

Amélia de Jesus Oliveira

**DUHEM E KUHN: CONTINUÍSMO E
DESCONTINUÍSMO NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA**

CAMPINAS, 2012



Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Doutorado em Filosofia

Amélia de Jesus Oliveira

DUHEM E KUHN: CONTINUÍSMO E DESCONTINUÍSMO NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de
Filosofia e Ciências Humanas, para obtenção
do título de Doutor em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Pinto de Oliveira

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELA ALUNA AMÉLIA DE JESUS OLIVEIRA E ORIENTADA
PELO PROF. DR. JOSÉ CARLOS PINTO DE OLIVEIRA.
CPG, ___/___/___.

CAMPINAS, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
SANDRA APARECIDA PEREIRA-CRB8/7432 - BIBLIOTECA DO IFCH
UNICAMP

OL4d Oliveira, Amélia de Jesus, 1967-
Duhem e Kuhn: continuísmo e descontinuísmo na história
da ciência / Amélia de Jesus Oliveira. -- Campinas, SP:
[s.n.], 2012

Orientador: José Carlos Pinto de Oliveira
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Duhem, Pierre Maurice Marie, 1861-1916.
2. Kuhn, Thomas S., 1922-1996. 3. Ciência - História.
I. Oliveira, José Carlos Pinto de, 1953-. II. Universidade
Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências
Humanas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em Inglês: Duhem and Kuhn: continuism and discontinuism in
the history of science

Palavras-chave em inglês:

Science - History

Área de concentração: Filosofia

Titulação: Doutor em Filosofia

Banca examinadora:

José Carlos Pinto de Oliveira [Orientador]

Silvio Seno Chibeni

Jézio Hernani Bomfim Gutierre

Sergio Hugo Menna

Marcelo do Amaral Penna-Forte

Data da defesa: 02/08/2012

Programa de Pós-Graduação: Filosofia



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 02 de agosto de 2012, considerou a candidata AMÉLIA DE JESUS OLIVEIRA aprovada.

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida e aprovada pela Comissão Julgadora.

Prof. Dr. José Carlos Pinto de Oliveira

A blue ink signature of Prof. Dr. José Carlos Pinto de Oliveira, written over a horizontal line.

Prof. Dr. Silvio Seno Chibeni

A blue ink signature of Prof. Dr. Silvio Seno Chibeni, written over a horizontal line.

Prof. Dr. Jésio Hernani Bomfim Gutierre

A blue ink signature of Prof. Dr. Jésio Hernani Bomfim Gutierre, written over a horizontal line.

Prof. Dr. Sergio Hugo Menna

A blue ink signature of Prof. Dr. Sergio Hugo Menna, written over a horizontal line.

Prof. Dr. Marcelo do Amaral Penna-Forte

A blue ink signature of Prof. Dr. Marcelo do Amaral Penna-Forte, written over a horizontal line.

Para Pi, minha irmã, que, desde muito cedo em minha vida, teimou em me familiarizar com o mundo das letras.

Meus agradecimentos

a José Carlos Pinto de Oliveira pela orientação sempre presente, motivadora e que me deixou mais convicta de quão estimulante pode ser uma pesquisa em história e historiografia da ciência;

a Sandro de Cássio por seu companheirismo durante toda minha pesquisa;

aos professores Jézio Hernani Bomfim Gutierre e Silvio Seno Chibeni pelas contribuições conferidas a este trabalho por ocasião de meu exame de qualificação;

aos funcionários do Institute Archives do MIT, especialmente a Nora Murphy, pela sua generosa assistência com o material do arquivo de Kuhn;

a Fábio Rodrigo Leite pelas ocasiões de partilha de interesse pela obra de Duhem;

a Walter de Oliveira Campos, Viviane Araujo, Vinicius Miranda e Fernando Cazarini pela ajuda com os textos em língua estrangeira.

a Agostinho Símboli pela leitura e revisão de meus textos;

ao pessoal dos Campos de Oliveira e dos Dutra pelo incentivo;

aos funcionários e docentes da Faculdade João Paulo II- FAJOPA, de Marília, também pelo incentivo;

aos meus ex e atuais alunos da FAJOPA, com os quais tenho aprendido tanto;

aos meus amigos Max, Helô, Selma, Aluizia, Bima, Wagner, Telma, Marcos, Mônica, Elinaldo, Mila, Nei, Marina, Fábio, Ezequiel, Dri, Claudinha, Cássia, Meire, Wender, Ricardo, Abel, Rosana, pelas boas conversas (sobre tese ou não) e pelas sempre agradáveis companhias.

A todos, o meu carinho.

Agradeço, por fim, ao MIT Intitute Archives and Special Collections pela permissão para citar as passagens do material do arquivo de Kuhn presentes nesta tese.

RESUMO

Pierre Duhem e Thomas Kuhn aparecem como personagens privilegiados nas discussões historiográficas acerca de como a ciência se desenvolve e são classificados, respectivamente, como continuísta e descontinuísta. Este trabalho resulta de uma análise comparativa entre as visões desses dois filósofos e historiadores da ciência. Nosso propósito inicial foi compreender como eles poderiam ter visões tão díspares acerca do desenvolvimento científico, já que ambos são vistos também como participantes do mesmo grupo de filósofos para quem a estreiteza entre a história e a filosofia da ciência é admitida de maneira consensual. A pesquisa inicialmente orientada pela questão ‘Como a ciência se desenvolve?’ em suas obras nos levou a questionar a própria classificação da qual partimos. Na ausência de elementos corroboradores da difundida oposição entre as duas visões históricas, exploramos em suas obras dois eventos tidos comumente como revolucionários na história da ciência – os que levam o nome de Copérnico e Newton. Esse exame possibilitou a descoberta de uma insuspeitada semelhança entre a visão de Duhem e Kuhn acerca do desenvolvimento científico que neutraliza o antagonismo entre continuísmo e descontinuísmo em suas obras. Sustentamos que esse antagonismo resulta de uma abordagem bastante parcial de seus trabalhos em filosofia e história da ciência, uma abordagem que não leva em consideração os contextos diferentes de suas obras. O que observamos é que, em momentos distintos da história da ciência, Duhem e Kuhn acreditaram no rompimento com uma tradição histórica responsável por uma imagem enganadora do modo da ciência se desenvolver e que, portanto, precisava ser ultrapassada. Na tradição criticada por Duhem, os historiadores relatavam o surgimento repentino de grandes teorias, sem nenhum vínculo com a tradição; só viam revoluções. Na tradição criticada por Kuhn, os historiadores, ao reescreverem a história da ciência a partir da visão e do aparato conceitual de seu momento presente, acabaram tornando ocultas as revoluções. O resultado do trabalho reflete, sim, a tentativa inicial de compreender como se dá o desenvolvimento da ciência em Duhem e Kuhn, mas essa tentativa nos conduziu à necessidade de abandonar as usuais classificações conferidas às suas visões.

Palavras-chave: Duhem; Kuhn; história da ciência; continuísmo; descontinuísmo.

ABSTRACT

Pierre Duhem and Thomas Kuhn appear as privileged characters in the historiographical discussions about how science develops and are classified, respectively, as continuist and discontinuist. This thesis is the result of a comparative analysis between the views of these philosophers and historians of science. Our initial purpose was to understand how they could have such different views about the scientific development, since both are seen also as participants of the same group of philosophers that admit the necessary intimate connection between the history and the philosophy of science. The research, initially conducted by the question ‘how does science develop?’ in their works, led us to question the proper classification from which we started. In the absence of elements which corroborate the widespread opposition between the two historical views, we explore in their works two events usually regarded as revolutionary in the history of science – those that bear the names of Copernicus and Newton. This examination made possible the discovery of an unsuspected similarity between Duhem’s and Kuhn’s views about the scientific development that neutralizes the antagonism between continuism and discontinuism in their works. We maintain that this antagonism results from a very much partial approach of their works in philosophy and history of science, an approach that does not consider the different contexts of their works. What we observe is that Duhem and Kuhn in different times of history of science had believed in the rupture with a historical tradition which was responsible for a misleading image of scientific development, and therefore had to be overcome. In the tradition that is criticized by Duhem, historians related the sudden emergence of great theories, without any connections with the tradition; they just saw revolutions. In the tradition that is criticized by Kuhn, historians, by rewriting the history of science from a perspective of their contemporary moment, ended up turning the revolutions hidden. The result of this work does reflect the initial attempt of understanding how the scientific development occurs in Duhem and Kuhn, but this attempt has led us to the need of abandoning the usual classifications that are attributed to their views.

Key words: history of science; continuism; descontinuism.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - CONTINUIÍSMO OU DESCONTINUIÍSMO?	5
1.1 Interpretações usuais do continuísmo duhemiano.....	6
1.2 O descontinuísmo em Kuhn.....	12
1.3 Duhem e o desenvolvimento contínuo da ciência.....	15
1.3.1 Leonardo da Vinci: exemplo evidente da continuidade.....	22
1.3.2 A continuidade: fato escondido pela história renascentista?.....	35
1.3.3 Continuidade e descontinuidade?.....	52
1.3.4 O continuísmo encontrado em alguns textos da literatura específica sobre Duhem.....	61
1.4 Kuhn e as revoluções científicas.....	80
1.4.1 A nova historiografia da ciência.....	81
1.4.2 O novo conceito de revolução emergente em <i>A estrutura</i>	88
1.4.2.1 Uma revolução não é processo acumulativo.....	93
1.4.2.2 Uma revolução não é processo repentino.....	95
1.4.2.3 Uma revolução não é um evento isolado.....	96
1.4.2.4 Uma revolução não é necessariamente vasta.....	98
1.4.3 O conceito de revolução reavaliado	100
1.4.4. A revolução científica na revolução historiográfica.....	109
1.5 Duhem e Kuhn: visões antagônicas?.....	112
CAPÍTULO 2 - A REVOLUÇÃO COPERNICANA	
2.1 A visão kuhniana.....	115
2.2 A revolução copernicana na visão duhemiana.....	122
2.3 A revolução copernicana para Kuhn e Duhem: confluências?.....	128
2.3.1 Esquemas conceptuais.....	129
2.3.2 Os precursores de Copérnico.....	136
2.4 A revolução copernicana em foco: análise parcial e oportunista?.....	143
CAPÍTULO 3 - A REVOLUÇÃO NEWTONIANA	
3.1 Kuhn: a estrutura da revolução empreendida por Newton.....	153
3.2 Duhem: algumas considerações sobre a revolução newtoniana.....	167
3.3 A revolução newtoniana: encontros entre Kuhn e Duhem.....	176
3.3.1 A física antiga e a moderna: duas imagens distintas	176
3.3.2 O historiador como intérprete e professor de idiomas.....	179
3.3.3 Crescimento gradual da física: evolução biológica.....	190
3.3.4 A revolução como processo gradual: Newton e a “nova ciência”	192
3.4 A física de Aristóteles a Newton: continuísmo ou descontinuísmo?.....	195

CAPÍTULO 4- CONTINUÍSMO E DESCONTINUÍSMO?	
4.1 Duhem: revolução na história da ciência.....	197
4.1.1 A descoberta da ciência medieval como elemento determinante para o emprego duhemiano do termo ‘revolução’.....	200
4.1.2 O conceito de revolução e a metafísica.....	205
4.1.3 Revolução e o início da ciência moderna.....	211
4.2 Kuhn e a continuidade da ciência.....	218
4.2.1 As origens da ciência moderna.....	224
4.2.2 A evolução contínua da ciência.....	233
4.3 Duhem e Kuhn: a nova historiografia e a mudança conceitual.....	237
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	241
REFERÊNCIAS.....	251

INTRODUÇÃO

Quando, na introdução de seu livro *A estrutura das revoluções científicas*¹, publicado originalmente em 1962, Kuhn discorre sobre “um papel para a história”, apresenta-se como alguém que é participante de um processo de mudança no modo de se conceber a natureza e o desenvolvimento da ciência, graças à observação de sua história. A filosofia e a história da ciência apresentam-se, então, como disciplinas inter-relacionadas. Contudo, a própria história da ciência precisava ser reescrita e, na nova abordagem, a compreensão de revoluções científicas era imprescindível. Se a história da ciência podia propiciar uma nova filosofia da ciência, essa história precisava também ser nova.

Nesse movimento da passagem para uma nova tradição historiográfica, Kuhn elege os trabalhos de Alexandre Koyré como exemplos sugestivos da possibilidade de se angariar uma visão da ciência menos enganadora do que aquela fornecida por uma tradição mais antiga. Mas, o que tínhamos antes da mudança? Quais historiadores pertenciam à tradição que precisava ser superada?

Em *Études galiléennes*, obra mencionada por Kuhn como uma das que tinha exercido influência especial em seus trabalhos em história da ciência, Koyré (1966, p. 11) afirma: “Felizmente não é mais necessário insistir, hoje em dia, sobre o interesse do estudo histórico da ciência”.² Essa é a primeira afirmação do texto, publicado originalmente em 1939. Hoje sabemos que o contexto em que Koyré escrevia sobre o desenvolvimento científico era, de certa forma, um momento privilegiado do desenvolvimento da história da ciência, já então estabelecida como uma disciplina acadêmica autônoma. Podemos verificar, ainda nessa obra, a admissão da importância da história para a filosofia da ciência, quando Koyré (1966, p. 11) completa sua afirmação: “De fato – após a obra

¹ Doravante também mencionada como *A estrutura*.

² A citação tem tradução nossa. Neste caso e nos demais em que isso ocorre, são indicadas as versões originais em nota de rodapé. Em casos em que existem traduções em língua portuguesa, são indicadas as fontes das obras utilizadas, quando utilizadas, já que, em algumas situações, visando uma uniformidade na escrita e no emprego de determinadas expressões, optamos por uma nova tradução. A versão original do trecho citado acima é a que segue: *Il n'est – heureusement – plus nécessaire aujourd'hui d'insister sur l'intérêt de l'étude historique de la science.*

magistral de Duhem, a de Émile Meyerson e as de Cassirer e Brunschvicg - não é mais necessário insistir sobre o interesse e a fecundidade *filosóficos* desse estudo"³.

É possível apontar algumas convergências interessantes entre algumas afirmações de Koyré, no início de *Études galiléennes*, e as de Kuhn, no início de sua obra mais influente. Além da admissão da importância da história da ciência para a filosofia, encontramos a menção a Émile Meyerson⁴ e uma ênfase sobre os eventos revolucionários na história do desenvolvimento científico. E é com relação a esse último aspecto que encontramos um pequeno indicativo para as questões acima levantadas acerca das características da antiga historiografia da ciência e de seus representantes. Em conformidade com as considerações iniciais de Koyré, talvez pudéssemos eleger Pierre Duhem como um dos historiadores da antiga tradição carente de superação. Vejamos por que.

Inicialmente mencionado, por Koyré, como possuidor de obra magistral, Duhem é apresentado como o historiador que defende a continuidade histórica da ciência, negando a ocorrência de revoluções científicas. Ora, se tido como um historiador que não reconhece os eventos revolucionários na ciência, Duhem poderia ser considerado como o historiador que insistiu em apresentar uma história cumulativa e que, por isso, apresentaria-se como um típico oponente à visão kuhniana. Essa é a avaliação comum que, no fim das contas, encontramos em estudos de historiadores e filósofos da ciência pós-Kuhn e que faz emergir uma questão: como é possível que dois filósofos que atestam e apresentam um necessário enlaçamento entre filosofia e história da ciência podem apresentar visões tão díspares acerca do desenvolvimento científico? Ponto de partida para nossa pesquisa, essa questão nos orientou a explorar a distinção entre a perspectiva continuísta de Duhem e a descontínuísta de Kuhn.

A pesquisa, inicialmente direcionada para uma incompatibilidade entre ambos no que se refere ao modo de desenvolvimento da ciência, nos levou, ao final, a questionar a própria classificação da qual partimos. O trabalho se manteve pela tentativa de

³ *Il n'est même plus nécessaire – après l'oeuvre magistrale de d'un Duhem, d'un Émile Meyerson, après celles de M. Cassirer et de M. Brunschvicg – d'insister sur l'intérêt et la fécondité philosophiques de cette étude.*

⁴ Kuhn (1970b, p. vi) indica Meyerson como uma fonte de influência na nova perspectiva histórica do desenvolvimento científico.

compreender como se dá o desenvolvimento científico segundo Duhem e Kuhn. Porém, essa tentativa levou-nos a explorar vias imprevistas e a nos posicionar em lugar também insuspeitado.

O texto resultante da pesquisa está dividido em quatro capítulos. Nossa discussão, no capítulo 1, “Continuismo ou descontinuísmo?”, aborda a oposição entre as visões continuísta e descontinuísta, existente na literatura filosófica e historiográfica acerca da ciência. Essa análise geral é seguida por uma investigação de obras em que a oposição entre essas visões surge em contextos mais específicos nas obras de intérpretes de Duhem e Kuhn. Com um quadro de suas visões, esboçado a partir da crítica encontrada na literatura pesquisada, passamos a examinar as obras dos dois filósofos e historiadores da ciência, nas quais não encontramos sustentáculos para o difundido antagonismo entre eles.

Motivados pela descoberta de concepções em suas obras que atenuam o antagonismo extremo entre eles, passamos a examinar algumas de suas considerações acerca de dois eventos tidos comumente como revolucionários no desenvolvimento científico. Assim, nos capítulos 2 e 3, “A revolução Copernicana” e “A revolução newtoniana”, respectivamente, sugerimos vários pontos de confluência entre as considerações históricas e filosóficas de Duhem e Kuhn que refletem uma semelhança inesperada entre eles.

Em “Continuismo e descontinuísmo?”, Capítulo 4 e último, invertemos o foco da investigação e passamos a explorar a posição de Duhem na abordagem de revoluções científicas e o posicionamento de Kuhn em relação à ideia de continuidade no desenvolvimento da ciência, estreitando a comparação, em aspectos ainda não explorados nos capítulos antecedentes. Essa tarefa, amparada nas hipóteses anteriores, leva-nos a sugerir a necessidade de uma reavaliação da incompatibilidade entre Duhem e Kuhn e das expressões a eles associadas para qualificar suas posições concernentes ao desenvolvimento científico.

CAPÍTULO 1

CONTINUÍSMO OU DESCONTINUÍSMO?

Os dois modos diferentes de se conceber o desenvolvimento científico, anunciados no título acima, dificilmente são abordados sem a evocação dos nomes de Duhem e Kuhn. No cerne da discussão acerca do que é o continuísmo e do que é o descontinuísmo está o conceito de revolução. De modo muito geral, a oposição se assenta na recusa ou admissão de eventos revolucionários na história da ciência. Contudo, essa concepção geral encontra inúmeros desdobramentos e problemas a serem enfrentados na análise da contraposição entre o continuísmo e o descontinuísmo, a começar pelo modo como o termo ‘revolução’ é empregado por seus intérpretes. Num cenário amplo de discussões, chama a atenção que esses conceitos sejam utilizados sob um suposto consenso acerca de seus significados, quando, a nosso ver, não existe um denominador comum em todas as análises que lhe são despendidas, sobretudo no que toca a ‘continuísmo’, já que a discussão toma corpo, sobretudo, entre descontinuístas, para quem a proeminência das revoluções parece inquestionável.

Um primeiro sinal da dificuldade de abordar o continuísmo na história da ciência está na associação dessa designação a diferentes historiadores, inclusive de diferentes contextos. Raffaello Caverni, Alistair Crombie, Paul Tannery, Gaston Milhaud, George Sarton e Lynn Thorndike⁵, entre outros, são nomes lembrados como defensores da concepção de que a ciência cresce continuamente. Quando mencionados enquanto representantes da corrente continuísta, esses historiadores, como Duhem, carregam a pecha de equivocados e ingênuos. Como a primeira tarefa que nos aparece como importante é verificar em que se assenta o suposto antagonismo entre Duhem e Kuhn, nossa investigação inicial se volta para a usual caracterização de continuísmo e descontinuísmo quando relacionados a eles.

⁵ Exemplos de citações desses nomes enquanto defensores do continuísmo são encontrados para Caverni, em Koyré (1991, p. 156); para Crombie, em Koyré (1991, p. 57), Kragh (1989, p. 16), Beltrán (1995, p. 40); para Tannery, em Brenner (2003, p. 7); para Milhaud, em Brenner (2003, p. 177); para Sarton, em Ferguson (1950, p. 304), Lombardi (1997, p. 345), Beltrán (1995, p. 35); para Thorndike, em Ferguson (1950, p. 304), Beltrán (1995, p. 36), Lindberg (2007, p. 358).

1.1 Interpretações usuais do continuísmo duhemiano

A afirmação de que a ciência cresce lenta e gradualmente, sem quaisquer mudanças bruscas, sem a ocorrência de revoluções, é parte da concepção encontrada para ‘continuísmo’. Assim compreendido, esse conceito é aplicável a toda a história da ciência. Eis dois exemplos dessa caracterização:

A teoria da continuidade afirma idealmente que a mudança histórica procede gradualmente por pequenos passos e nega, assim, a existência de quaisquer mudanças ou revoluções repentinas e em grande escala; portanto, ou nega que existem alterações abruptas na história ou afirma que essas são meramente marcos convenientes (AGASSI, 1973, p. 609)⁶.

Desse texto [*Les origines de la statique*] extrai-se uma primeira tese que se refere diretamente à história das ciências: *não existem nesta história nem revoluções nem rupturas*. A história de uma ciência é uma evolução e esta evolução é lenta. [...] A caracterização da evolução por Duhem fornece a regra do trabalho do historiador: mostrar o que, numa obra científica de determinada época, é fruto natural do passado, indicando também os germes do futuro (FICHANT, 1971, p. 85).

A afirmação de Fichant (1971, p. 87) de que Duhem “fornece a regra do trabalho do historiador” o leva a caracterizar a história da ciência continuísta como uma “investigação dos precursores”. Essa caracterização do continuísmo é bastante depreciativa, muito importando aqui a autoridade argumentativa do descontinuísta Alexandre Koyré, para quem a visão duhemiana é “estritamente histórica” e nela Leonardo da Vinci, por exemplo, deixa de ser gênio ímpar para ser simplesmente um elo entre a Idade Média e os tempos modernos (KOYRÉ, 1991, p. 94).

Bernard Cohen, outro historiador adepto da visão descontinuísta, lembra que, para muitos cientistas e filósofos, a procura pelos elos entre os grandes avanços científicos,

⁶ *The theory of continuity ideally asserts that historical change proceeds gradually by small steps, and thus denies the existence of any sudden, large-scale changes or revolutions; it therefore either denies that there exist abrupt turning points in history or asserts that they are merely convenient landmarks.*

pelos predecessores (ele afirma detestar a palavra ‘precursor’), caracteriza o historiador como alguém que sente o maior prazer em reduzir os gigantes criativos da ciência ao *status* de pigmeus (COHEN, 1977, p. 317). Canguilhem é outro a argumentar contra a busca de precursores: “Um dos efeitos práticos mais importantes é a eliminação do que J.T. Clark chamou de ‘o vírus do precursor’. A rigor, se existissem precursores, a história das ciências perderia todo sentido, porque a ciência, ela mesma, não teria dimensão histórica” (CANGUILHEM, 1970, p. 20)⁷.

Tanto Cohen quanto Canguilhem partilham da visão descontinuísta de Koyré que, apesar de louvar Duhem por seus numerosos trabalhos e fazer deles uma fonte de consulta e respaldo para algumas de suas afirmações em história da ciência, apresenta-se como um dos maiores críticos da visão continuuísta duhemiana. Contudo, a caracterização que Koyré apresenta do continuísmo cabe num outro enfoque, a saber, o que toma ‘continuísmo’ como negação ‘da’ revolução científica.

Essa concepção de continuísmo duhemiano se distingue da primeira porque, aparentemente, não se estende a toda a história da ciência, mas diz respeito exclusivamente ao contexto histórico da passagem da ciência medieval para a ciência moderna. Duhem, ao identificar elos entre cientistas medievais e cientistas modernos, negaria a revolução do século XVII. É o que lemos em Koyré:

[...] a aparente continuidade no desenvolvimento da física, da Idade Média aos tempos modernos (continuidade que foi tão energicamente enfatizada por Caverni e Duhem), é ilusória. Seguramente, é verdade que uma tradição ininterrupta se faz presente desde as obras dos nominalistas parisienses até as de Benedetti, Bruno, Galileu e Descartes [...] Porém, a conclusão que Duhem extrai daí é enganosa: uma revolução bem preparada não deixa de ser uma revolução (KOYRÉ, 1991, p. 156).

Como podemos observar, Koyré, ao afirmar a existência de uma “tradição ininterrupta”, não descarta a importância da ciência medieval, mas recusa a suposta continuidade duhemiana, entendida como negação de uma revolução específica – a que

⁷ *Un des effets pratiques les plus importantes c'est l'élimination de ce que J.T. Clark a appelé “le virus du précurseur”. A la rigueur s'il existait des précurseurs l'histoire des sciences perdrait tout sens, puisque la science elle-même n'aurait de dimension historique.*

alteraria decisivamente o modo de se fazer ciência. É o que podemos verificar na seguinte passagem de *Études galiléennes*:

Já dissemos que essa atitude intelectual parece ter sido o fruto de uma mutação decisiva: é isso que explica porque a descoberta de coisas que nos parecem hoje infantis tenha custado grandes esforços [...] aos maiores gênios da humanidade, a um Galileu, a um Descartes. É que se tratava [...] de transformar os quadros da própria inteligência; [...] É isso que explica porque – malgrado as aparências contrárias, aparências de continuidade histórica sobre as quais insistiram sobretudo Caverni e Duhem – a física clássica [...] não continua, efetivamente, a física medieval [...](KOYRÉ, 1966, pp. 15-16).⁸

A abordagem de Koyré acerca da continuidade da ciência como negação de uma transformação radical da ciência no século XVII encontra respaldo na seguinte consideração de Pablo Mariconda:

A referida radicalidade revolucionária das investigações de Duhem sobre a ciência medieval constituiu basicamente em produzir o primeiro questionamento geral da concepção da revolução científica do século XVII como uma ruptura clara e decisiva com o passado imediato, conduzindo ao que Crombie chama a “questão medieval”, que pode ser sumariamente caracterizada como o problema da relação entre a ciência do século XVII e a ciência medieval (MARICONDA, 1993, p. 123).

Tanto para Koyré quanto para Mariconda, a defesa da continuidade da ciência duhemiana está centrada num período específico, o que não exclui a admissão, por parte de Duhem, da ocorrência de uma revolução na história da ciência. Em “Le vide et l’espace infini au XIV siècle”, Koyré cita a seguinte passagem da obra duhemiana *Études sur Léonard de Vinci*⁹:

Se tivéssemos de atribuir uma data ao nascimento da ciência moderna, escolheríamos, sem dúvida, a data de 1277, em que o bispo de Paris proclamou solenemente que poderiam existir vários mundos e que o

⁸ *Nous avons déjà dit que cette attitude intellectuelle nous paraît avoir été le fruit d’une mutation décisive: c’est ce qui explique pourquoi la découverte de choses qui nous paraissent aujourd’hui enfantines avait coûté de longs efforts [...] aux plus grands génies de l’humanité, à un Galilée, à un Descartes. C’est qu’il s’agissait [...] de transformer les cadres de l’intelligence elle-même [...] Et c’est cela qui explique pourquoi — malgré les apparences contraires, apparences de continuité historique sur lesquelles Caverni et Duhem ont surtout insisté — la physique classique [...] ne continue pas, en fait, la physique médiévale [...]*

⁹ Doravante também mencionada como *Études*.

conjunto das esferas celestes poderia, sem contradição, ser impulsionado por um movimento retilíneo (DUHEM apud Koyré, 1961, p. 33).¹⁰

Essa passagem é comentada por outros intérpretes duhemianos, como Beltrán (1995, p. 32), Grant (1987, pp. 34-35) e Lindberg (1978, p. VII-VIII; 2007, pp. 248-249), que também não contestam a importância da contribuição da Idade Média para a ciência moderna, mas ressaltam, contudo, que Duhem exagerou em suas interpretações para fazer valer sua tese da continuidade e, daí, transportou, para o século XIII, o início da ciência moderna. Uma outra versão para o deslocamento da “revolução científica” é a indicada por Sargent (1982, p. 12) que afirma que Duhem “anunciou que a revolução científica do século XVII tinha realmente ocorrido no século XIV”, com a teoria do *impetus*, de Jean Buridan, o precursor de Galileu¹¹.

Na mesma linha, Mariconda (1993, p. 152) afirma que Duhem sustenta “a tese de que a ciência moderna nasce nos séculos XIII e XIV, no seio do pensamento católico”. O que é central na discussão desses críticos é a recusa da visão histórica de Duhem, que faltaria com a fidelidade no relato do desenvolvimento da ciência. Duhem teria exagerado na interpretação dos fatos para dar conta de sua orientação metodológica continuísta e religiosa. Aliás, a concepção de que o continuísmo duhemiano foi motivado e guiado por uma apologética é constante entre os críticos de Duhem, qualquer que seja a caracterização atribuída a ‘continuísmo’. As passagens abaixo ilustram essa perspectiva:

Tal é, em nossa opinião, o significado da considerável obra histórica de Pierre Duhem [...] A qualidade desta deve-se não só à vastidão da informação recolhida, como também e sobretudo ao domínio que a cultura científica confere ao autor. E no entanto, as finalidades que inspiram esta história e que fundamentam o interesse do ponto de vista de Duhem são filosóficas, ideológicas e apologéticas (FICHANT, 1971, p. 84).

Duhem, como um ardente católico romano, apegou-se a seu aristotelismo de maneira um tanto dogmática. Ele percebeu que o único

¹⁰ *S'il nous fallait assigner une date à la naissance de la Science moderne, a dit Pierre Duhem, nous choisirions sans doute cette date de 1277, où l'évêque de Paris proclama solennellement qu'il pouvait exister plusieurs mondes et que l'ensemble des sphères célestes pouvait, sans contradiction, être animé d'un mouvement rectiligne.* Em Duhem, ver 1984a, v. II, p. 412.

¹¹ [...] *announced that the scientific revolution of the seventeenth century had actually taken place in the fourteenth century [...]*

modo para avaliar a ciência – e seus estudos em física e sua história testemunham amplamente sua devoção à ciência – era retornar para a filosofia do cardeal Belarmino, para o endosso da teoria copernicana como um mero instrumento matemático [...] (AGASSI, 1973, p. 621)¹².

Duhem, um católico devoto, tentou demonstrar em diversos trabalhos importantes que a chamada revolução científica foi meramente uma extensão natural de teorias e métodos que já tinham sido desenvolvidas por sábios medievais (KRAGH, 1989, p. 16)¹³.

Segundo alguns críticos, a defesa da continuidade entre ciência medieval e moderna teria levado Duhem a desqualificar a revolução científica e a ciência do século XVII. É o caso de Kragh, para quem:

Desde Duhem, muitos historiadores têm afirmado que a revolução científica é uma ilusão, uma vez que todos os elementos que normalmente estão relacionados à boa ciência podem ser encontrados já no final da Idade Média. De acordo com Duhem, o século XVII não é um período particularmente interessante ou revolucionário (KRAGH, 1989, p. 76).¹⁴

Para Mariconda (1993, p. 152) “a visão duhemiana do século XVII é totalmente valorativa e depreciativa”. Semelhante é a análise de Beltrán (1995, p. 79) que relaciona a continuidade entre “os *métodos e teorias* dos séculos XIII ou XIV, segundo as distintas versões, e os do século XVII” à perspectiva de que “o Renascimento constitui um período de decadência na investigação, inclusive um período de oposição a esse processo ou progresso científico”. No contexto da análise da visão apresentada por Duhem acerca do século XVII, encontramos ainda a discussão sobre a demarcação entre física e metafísica. Para alguns, Duhem conceberia as transformações ocorridas nesse século como pertencentes somente ao campo da metafísica. É o que afirma Agassi:

¹² *Duhem as an ardent Roman Catholic stuck to his Aristotelianism quite dogmatically. He realized that the only way for him to appreciate science – and his studies in physics and its history amply testify to his devotion to science – was to return to the philosophy of Cardinal Bellarmine, to the endorsement of Copernicanism as a mere mathematical instrument devoid of all physical interpretation.*

¹³ *Duhem, a devout catholic, attempted to demonstrate in a number of important works that the so-called scientific revolution was merely a natural extension of theories and methods that had already been developed by medieval scholars.*

¹⁴ *Since Duhem, several historians have maintained that the Scientific Revolution is an illusion, since all the elements that are anormally associated with good science can be found as early as the late Middle Ages. According to Duhem, the 17th century is not a particularly interesting or revolutionary period.*

A metafísica é descontínua, um campo de desacordos. Todas as alegadas conexões intelectuais entre ciência e cultura são canalizadas através da leitura física [...] da teoria científica. Mas Duhem insistiu que a teoria científica é abstrata e matemática e, por isso, não há desacordos na ciência (AGASSI, 1973, p. 622).¹⁵

A revolução do século XVII seria, portanto, metafísica, visão partilhada por Mariconda, que não exclui da visão duhemiana, conforme já afirmamos, a existência de uma revolução no campo da física:

[...] para Duhem a profunda transformação do espírito humano ocorrida nesse século [XVII] é eminentemente *metafísica* e não científica, posto que, como vimos, a revolução científica teria ocorrido no século XIII, mais precisamente em 1277 [...] Em suma, a profunda transformação operada pelos séculos XVI e XVII se assenta, para Duhem, numa confusão. Mais que libertadora, essa transformação serve antes como obstáculo ao desenvolvimento da ciência (MARICONDA, 1993, p. 142-143)¹⁶.

As passagens selecionadas acima nos parecem suficientes para evidenciar a problemática envolvida na caracterização do que seja, para Duhem, ‘continuismo’, um termo cunhado por críticos, hoje conhecidos como ‘descontinuistas’. No debate que se travou acerca do conceito de revolução científica, podemos notar que Duhem é considerado comumente como aquele que inaugura o movimento continuísta e ainda como o mais radical dos continuístas, já que seus seguidores teriam amenizado o papel dos precursores medievais. É o que afirma, por exemplo, David Lindberg (1978, p. VIII; 2007, pp. 358-359), para quem os seguidores de Duhem, como Anneliese Maier, Marshall Clagett, Lynn Thorndike, elaboraram uma história da ciência mais cuidadosa. Beltrán (1995, p. 37) é outro que afirma que os seguidores do movimento continuísta reformularam e matizaram as

¹⁵ *Metaphysics is discontinuous, a field of disagreements. All alleged intellectual connections between science and culture are channeled through the physical reading (and hence metaphysical import) of scientific theory. But, Duhem insisted, scientific theory is abstract and mathematical, and hence there is no disagreement in science.*

¹⁶ A identificação da demarcação entre física e metafísica com continuidade e descontinuidade na história da ciência duhemiana é defendida também por Souza Filho (1996, pp. 87-91).

teses dos primeiros continuístas até que o movimento fosse contestado e cedesse lugar ao movimento descontinuísta.

1.2 O descontinuísmo em Kuhn

Para alguns intérpretes, o início de uma nova visão acerca do desenvolvimento científico remonta a Bachelard e a Koyré¹⁷. É usual a admissão de que o continuísmo duhemiano é deixado para trás na história da ciência com o advento de um movimento que lhe é antagônico e cujo coroamento se efetiva na obra de Thomas Kuhn. Se, como aponta Mariconda (1993, p. 123; 1989, p. 9), Duhem é responsável por uma revolução na historiografia da ciência, Kuhn é, como indica Beltrán (1995, p. 21), o responsável por uma revolução na filosofia da ciência. Na análise historiográfica do desenvolvimento da ciência, ambos são vistos como oponentes – e mais – como situados nas extremidades do debate entre continuísmo e descontinuísmo. Kuhn é comumente visto como aquele que desenvolveu uma influente teoria das revoluções científicas, períodos breves de mudança radical. Mudança ou transformação radical e rupturas são ideias que acompanham a descrição do desenvolvimento histórico em Kuhn.

Num momento em que revoluções estão na ordem do dia no campo das discussões da filosofia e da história da ciência, o entendimento de descontinuísmo como a afirmação de ocorrências revolucionárias na ciência é admitido consensualmente. Em seu livro *A estrutura das revoluções científicas* o próprio Kuhn anuncia o surgimento de uma nova historiografia (KUHN, 1970b, p. 3; edição brasileira p. 22), cujos representantes vinham alterando substancialmente a forma de escrita da história. É interessante observar que Kuhn, inserido numa nova historiografia e crítico do que denominou as ‘mais velhas histórias da ciência’ (KUHN, 1977, p. 107), não estabelece uma oposição entre continuísmo e descontinuísmo¹⁸. Em sua análise, a visão de que a ciência cresce tão somente por

¹⁷ Ver, por exemplo, Brenner, 2003, p. 177 e Kragh, 1989, pp. 77 e 92.

¹⁸ Beltrán (1995, p. 167) opõe “continuísmo” a “rupturismo”, sendo Kuhn inserido no segundo movimento. Como tentaremos argumentar mais adiante, Kuhn não discute a continuidade da ciência nos termos duhemianos, mas a acumulação na ciência e esta, sim, se opõe à descontinuidade e a “rupturismo”.

acumulação seria consequência da tentativa de se reescrever sempre a história da ciência a partir de um ponto de vista, de um aparato conceitual do presente. Se opusermos a nova historiografia à ‘velha’ história da ciência não é exagero afirmar que as características dessa última podem fornecer um quadro para um esboço geral da concepção kuhniana de progresso cumulativo (identificado, às vezes, com progresso contínuo por alguns críticos, como indicaremos neste trabalho), sem a ocorrência de revoluções. É o bastante para que a oposição entre Duhem e Kuhn esteja pressuposta por críticos, para quem Duhem poderia ser indicado como um representante da ‘velha’ história da ciência.

Mais interessante ainda é observar que Duhem, um nome citado quase que invariavelmente pelos historiadores descontinuístas – especialmente por Koyré, o *maitre*¹⁹ de Kuhn – não figura entre os indicados como representantes da ‘velha’ história da ciência. Em uma das poucas passagens em que indica nomes, Kuhn (1977, p. 148) lembra os de Condorcet, Comte, Dampier e Sarton, mencionando uma tradição que compreende a história da ciência que vai dos dois primeiros até os dois últimos, o que não exclui explicitamente o nome de Duhem, situado cronologicamente entre eles. Contudo, em outro artigo em que discute as tradições historiográficas, Kuhn cita o nome de Duhem, nos seguintes termos: “Mas, depois, particularmente nos escritos de Whewell, Mach e Duhem, as preocupações filosóficas tornaram-se um motivo primário para a atividade criativa na história da ciência e têm permanecido importantes desde então” (KUHN, 1977, p. 106)²⁰. Podemos notar que, ao se referir a Duhem, Kuhn não se envolve na discussão entre continuidade e descontinuidade. O que é claro em sua exposição é uma distinção entre a velha historiografia – marcada pela defesa do conhecimento cumulativo – e a nova historiografia, da qual Duhem aparece como supostamente partidário. Isso se evidencia em outra passagem onde lemos:

Quase um século depois de a Idade Média se ter tornado importante para o historiador geral, a pesquisa de Pierre Duhem pelas fontes da ciência moderna revelou uma tradição de pensamento físico medieval a que, em contraste com a física de Aristóteles, não se podia negar um papel essencial na transformação da teoria física que ocorreu no século XVII.

¹⁹ É assim como Kuhn (1977, p. 21) se refere a Koyré.

²⁰ *But then, particularly, in the writings of Whewell, Mach and Duhem, philosophical concerns became a primary motive for creative activity in the history of science, and they have remained important since.*

Muitos dos elementos da física e do método de Galileu deviam ser encontrados ali. Mas não era possível também assimilá-la completamente à física de Galileu ou à de Newton, deixando a estrutura da chamada Revolução Científica imutável, mas bastante estendida no tempo. (KUHN, p. 1977, p. 108)²¹.

Pinto de Oliveira (2010, p. 12) se refere ao papel da obra duhemiana para a constituição da nova historiografia da ciência, lembrando que o reconhecimento da importância da Idade Média foi, nas palavras de Kuhn, um “acontecimento decisivo na emergência da profissão contemporânea”. E acrescenta:

Apesar das posições continuístas que costumam ser atribuídas a Duhem, em oposição à teoria descontinuísta associada à NHC [nova historiografia da ciência], Kuhn considera a influência de Duhem positiva no advento da revolução historiográfica. Foi uma lição de Duhem, segundo Kuhn, que a ciência do século XVII só poderia ser compreendida “se a ciência medieval fosse primeiramente explorada nos seus próprios termos”. E assim, “mais do que qualquer outro”, enfatiza Kuhn, “este desafio modelou a moderna história da ciência...” (PINTO DE OLIVEIRA, 2010, p. 12).

Não são muitas as referências feitas por Kuhn a Duhem²². Contrapondo-as àquelas feitas pelos críticos da continuidade, podemos afirmar que a posição kuhniana frente ao mais continuísta dos continuístas (de acordo com a visão comum difundida na historiografia da ciência) é de, no mínimo, prudência. O fato de Kuhn pouco mencionar o nome de Duhem passa a ser mais significativo ainda se levarmos em conta que sua obra principal visa criticar a velha historiografia, a qual camuflaria as revoluções científicas. Ora, alguns críticos de Duhem tentam justamente mostrar como sua obra tem se prestado a divulgar a negação da ocorrência de revoluções e rupturas na história da ciência.

²¹ *Almost a century after the Middle Ages become important to the general historian, Pierre Duhem's search for the sources of modern science disclosed a tradition of medieval physical thought which, in contrast to Aristotle's physics, could not be denied an essential role in the transformation of physical theory that occurred in the seventeenth century. Too many of the elements of Galileo's physics and method were to be found there. But it was not possible, either, to assimilate it quite to Galileo's physics or to Newton's, leaving the structure of the so-called Scientific Revolution unchanged but extending it greatly in time.*

²² Além das passagens citadas acima, referências kuhnianas a Duhem são encontradas nos seguintes trabalhos publicados de Kuhn: “Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century” (1952, pp. 12 e 13, notas 03 e 07); *The Road Since Structure* (2000, pp. 96 e 235. Edição brasileira, pp. 123 e 288) e nas notas bibliográficas de *The Copernican Revolution* (1970a, pp. 284 e 286).

Diante dos diversos contextos em que a tese da continuidade é abordada, o que permanece requerendo uma explicitação é o que é, de fato, o continuísmo imputado a Duhem. As caracterizações que apresentamos acima são elas mesmas não ajustáveis entre si. Se admitirmos ‘continuísmo’ como a negação de revoluções, como afirmar o deslocamento da revolução científica para o século XIII ou XIV?²³ Importa verificar se a defesa de Duhem em prol da continuidade do desenvolvimento científico o leva, de fato, a negar a existência de revoluções. Essa última consideração pode, de início, parecer absurda, já que ‘continuísmo’, tal como é trivialmente empregado, opõe-se justamente à aceitação de revoluções científicas. No entanto, como veremos a seguir, a análise de algumas obras duhemianas pode fornecer um quadro mais complexo para o que usualmente é entendido por continuísmo. Uma investigação acerca desse conceito, tão central na história da ciência de Duhem pode, talvez, fornecer alguns elementos para uma maior compreensão da crítica à sua historiografia; fornecer indícios elucidativos de por que Kuhn simplesmente ignora Duhem quando o assunto é a crítica à historiografia tradicional da ciência, apesar do contexto historiográfico em que aquele escreveu sua principal obra ser bastante favorável a uma atitude inversa; e pode, ainda, lançar algumas luzes sobre a controversa oposição entre continuísmo e descontinuísmo que tem, em Duhem e Kuhn, respectivamente, significativos representantes. Passamos, agora, a investigar a noção de continuidade nos próprios escritos de Duhem.

1.3 Duhem e o desenvolvimento contínuo da ciência

A afirmação de que o crescimento da ciência é lento e gradativo é encontrada reiteradamente nas obras de Duhem. Em *Le mixte et la combinaison chimique*, publicado originalmente em 1902, Duhem (1985, p. 91) afirma: “Essa separação entre a noção de

²³ Ariew e Barker chamam a atenção para a diferença que há entre uma afirmação categórica de que a ciência moderna nasceu no século XIII (ou XIV) e o modo como Duhem se expressa – “Se tivéssemos que atribuir uma data [...]” Lembram ainda o fato de que, quando a passagem é retomada em *Le système du monde* (1956, p. 04), Duhem a atribui a um amigo (Albert Dufourcq).

substituição e a noção de analogia química é efetuada por lentos progressos [...]”²⁴. Em *L'évolution de la mécanique*, publicado originalmente em 1903, lemos:

É pelos frutos que se julga a árvore; ora, a árvore da ciência cresce com extrema lentidão; séculos passam antes que seja possível colher o fruto maduro; somente hoje nos é permitido extrair e apreciar o sumo das doutrinas que floresceram no século XVII (DUHEM, 1992a, p. 3).²⁵

O desenvolvimento da mecânica é propriamente, portanto, uma *evolução*. Cada um dos estados dessa evolução é o corolário natural dos estados que o precederam; está prenhe dos estados que o seguirão. A meditação dessa lei deve ser o conforto do teórico [...] através dos séculos, as ideias que ele semeou e fez germinar continuarão a crescer e a gerar seus frutos (DUHEM, 1992a, p. 346).²⁶

Nas citações acima, encontramos apoio para a caracterização do progresso científico como processo lento e gradual – parte da definição usualmente atribuída a ‘continuismo’. Nossa investigação se volta agora para outro aspecto comumente inerente a essa definição: a negação de ocorrências revolucionárias na história da ciência. E aqui há dois aspectos igualmente surpreendentes: por um lado, Duhem não deixa de tratar de eventos usualmente denominados de revolução na história da ciência; de outra parte, parece-nos bastante plausível apontar para a escassez (ou inexistência?) de negação explícita de revoluções. A afirmação desses dois aspectos pode soar ambígua já que, se há menção de revoluções nos textos duhemianos, seria absurda uma negação explícita delas e o que seria surpreendente é um único aspecto: a admissão de revoluções. As passagens que seguem, extraídas de “Les théories de la chaleur”, são exemplos disso:

Essa ideia de quantidade de calor, criada por Descartes, perpassará todo um século sem sofrer quase nenhuma modificação; ela sofrerá, certamente, o contragolpe da revolução cujo objeto será a dinâmica; Leibniz demonstrará que a regra proposta por Descartes para medir a

²⁴ *Cette séparation entre la notion de substitution et la notion d'analogie chimique s'est effectuée par de lents progrès [...]*

²⁴ *C'est au fruit qu'on juge l'arbre; or, l'arbre de la Science croit avec une extrême lenteur; des siècles s'écoulent avant qu'il soit possible de cueillir le fruit mûr ; à peine aujourd'hui nous est-il permis d'exprimer et d'apprécier le suc des doctrines qui fleurirent au XVII^e siècle.*

²⁶ *Le développement de la Mécanique est donc proprement une évolution; chacun des stades de cette évolution est le corollaire naturel des stades qui l'ont précédé; il est gros des stades qui le suivront. La méditation de cette loi doit être le réconfort du théoricien. [...] à travers les siècles, les idées qu'il a semées et fait germer continueront à croître et à porter leurs fruits.*

intensidade da agitação que anima um conjunto de corpos é mal escolhida [...] (DUHEM, 1992b, p. 361).²⁷

Esses fenômenos [mostrados por Black, na teoria do calor] nos são hoje tão familiares que nós menosprezamos facilmente a importância da revolução produzida, pela sua descoberta, nas ideias dos físicos. Algumas reflexões bem simples bastam, entretanto, para tornar claro aos olhos a grandeza dessa revolução (DUHEM, 1992b, p. 366).²⁸

Em *Le mixte et la combinaison chimique*, Duhem emprega o termo ‘revolução’ diversas vezes, inclusive no título de divisões das partes desse trabalho para aludir à revolução química de Lavoisier. O modo como Duhem emprega o termo ‘revolução’ não parece, na maioria das vezes, diferente do modo como o emprega um descontinuista. É assim que, ao se referir a uma nova química, ele afirma: “as descobertas de Lavoisier vão determinar a revolução antiflogística de onde sairá a química moderna [...]” (DUHEM, 1985, p. 46). É também nesse trabalho que lemos:

A física, no século XVIII, sofre uma transformação profunda: ela não se contenta mais em considerar, na matéria, divisões, formas e movimentos; entre as diversas partículas dos corpos, ela supõe ações atrativas ou repulsivas: ela era cartesiana ou epicurista; ela se torna newtoniana.

A revolução executada por Newton no domínio da filosofia natural é uma das mais profundas que a história do espírito humano conhece (DUHEM, 1985, p. 29).²⁹

As passagens citadas acima são de textos que antecedem a descoberta duhemiana da ciência medieval, a qual tem sido apontada por alguns dos intérpretes de Duhem como feito modificador de sua trajetória na história da ciência. Vejamos, então,

²⁷ *Cette idée de quantité de chaleur, créée par Descartes, traversera tout un siècle sans éprouver presque aucune modification; elle subira, il est vrai, le contre-coup de la révolution dont la dynamique va être l'objet; Leibniz va montrer que la règle proposée par Descartes pour apprécier l'intensité de l'agitation qui anime un ensemble de corps est mal choisie [...]*

²⁸ *Ces phénomènes nous sont aujourd'hui si familiers que nous méconnaissons volontiers l'importance de la révolution produite, par leur découverte, dans les idées des physiciens; quelques réflexions bien simples suffisent cependant à faire éclater aux yeux la grandeur de cette révolution.*

²⁹ *La physique, au XVIII^e siècle, subit une transformation profonde: elle ne se contente plus de considérer, dans la matière, des divisions, des figures et des mouvements; entre les diverses particules des corps, elle suppose des actions attractives ou répulsives; elle était Cartésienne ou Épicurienne; elle devient Newtonienne.*

La révolution accomplie par Newton dans le domaine de la philosophie naturelle est l'une des plus profondes que connaisse l'histoire de l'esprit humain.

como Duhem se refere às revoluções nas obras posteriores a 1904. Citamos, abaixo, passagens do prefácio e da conclusão do segundo volume de *Les origines de la statique* – seu grande trabalho historiográfico após a descoberta da ciência medieval.

A revolução copernicana, ao deslocar o centro do universo, não arruinará esse princípio [o de Torricelli]; ela o obrigará somente a se modificar. O centro da terra foi substituído pelo centro comum dos graves e o axioma assim renovado pôde receber a permanente adesão de Galileu (DUHEM, 1906, p. VII).³⁰

A revolução copernicana ao deslocar o centro do universo, ao negar mesmo, com Giordano Bruno, a existência desse centro, não modificou muito essa teoria da gravidade; ela viu nessa qualidade a tendência que o centro da gravidade de cada corpo tem para se unir a seu semelhante, o centro de gravidade da Terra (DUHEM, 1906, p. 286).³¹

Em *Le système du monde*, lemos: “Um dos primeiros efeitos da revolução copernicana será o de reconsiderar a teoria da gravidade proposta por Platão, de modificá-la, estendendo-a da terra para os outros astros [...]” (DUHEM, 1988, p. 51)³². O que se pode observar é que as referências duhemianas a revoluções na história da ciência, tanto as que antecedem quanto as que sucedem à sua descoberta da ciência medieval, são feitas sem uma caracterização do que seja uma revolução. Em sua obra, menções sobre revoluções são conjugadas com outras acerca do crescimento lento e gradual da ciência. A afirmação da ideia de continuidade é enfatizada e retomada em praticamente todos os seus mais significantes textos de história da ciência que se seguiram após 1904.

Na investigação acerca do que seria ‘continuismo’ para Duhem, chegamos, até aqui, à aceitação da caracterização comum de que o conhecimento científico cresce lenta e gradualmente e colocamos, em suspeição provisória, a negação de ocorrências de revoluções. O ponto central a ser investigado é se as menções duhemianas a ‘revolução’ podem ser entendidas e abordadas no mesmo sentido com que essa expressão é empregada

³⁰ *La révolution copernicaine, en déplaçant le centre de l’Univers, ne ruina pas ce principe; elle l’obligea seulement à se modifier; le centre de la terre fut substitué au centre commun des graves, et l’axiome ainsi rajeuni put recevoir la constante adhésion de Galilée.*

³¹ *La révolution copernicaine, en déplaçant le centre de l’Univers, en niant même, avec Giordano Bruno, l’existence de ce centre, ne modifia guère cette théorie de la pesanteur; elle vit en cette qualité la tendance qu’a le centre de gravité de chaque corps à s’unir à son semblable, le centre de gravité de la Terre.*

³² *L’un des premiers effets de la révolution copernicaine sera de remettre en faveur la théorie de la pesanteur proposée par Platon, de la modifier en l’étendant de la terre aux divers astres [...]*

pelos críticos do continuísmo. Mas, antes disso, resta-nos ainda examinar mais de perto a suposta negação duhemiana da revolução científica do século XVII, ponto cardeal nas críticas à visão continuísta da ciência. Para isso, uma passagem bastante significativa pode ser extraída do prefácio a *Les origines de la statique*:

O estudo das origens da estática nos levou, assim, a uma conclusão; à medida que desenvolvemos nossas pesquisas históricas mais adiante e em direções mais variadas, esta conclusão se impôs a nosso espírito com uma força crescente. Assim, ousaremos formulá-la em sua plena generalidade: a ciência mecânica e a física, de que se orgulham com razão os tempos modernos, decorrem, por uma série ininterrupta de aperfeiçoamentos pouco sensíveis, das doutrinas professadas no seio das escolas na Idade Média; as pretensas revoluções intelectuais foram, na maioria das vezes, somente evoluções lentas e longamente preparadas; as supostas renascenças, apenas reações frequentemente injustas e estéreis; o respeito pela tradição é uma condição essencial do progresso científico (DUHEM, 1905, pp. III e IV).³³

Eis aqui o trecho que contém as passagens mais citadas pelos intérpretes de Duhem para demonstrar que ele nega a ocorrência de revoluções na história da ciência. Ela é mencionada por Fichant (1971, p. 84), que afirma que a tese “de que não existem [...] nem revoluções nem rupturas” foi extraída da obra *Le origines de la statique*. Kragh (1989, p. 16) menciona também parte dela para abordar o continuísmo de Duhem. A passagem nos remete ainda a Koyré, quando afirma que a conclusão continuísta de Duhem é enganosa, que “uma revolução bem preparada não deixa de ser uma revolução” (KOYRÉ, 1991, p. 156). É importante assinalar o contexto em que Duhem apresenta as afirmações acima. Lembramos que a passagem é parte do prefácio a *Les origines de la statique*, a primeira obra de Duhem publicada após sua descoberta da ciência medieval. Há, logo de início, uma advertência ao leitor acerca da novidade do conteúdo da obra, que se apresentaria singular em relação a outros textos históricos sobre o assunto. A perspectiva ali apresentada mudava

³³ *L'étude les origines de la Statique nous a conduit ainsi à une conclusion; au fur et à mesure que nous avons poussé nos recherches historiques plus avant et en des direction plus variées, cette conclusion s'est imposée à notre esprit avec une force croissante; aussi oserons nous la formuler dans sa pleine généralité: la science mécanique et physique dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été le plus souvent, que des évolutions lentes et longuement préparées; les soi-disant renaissances que des réactions fréquemment injustes et stériles; le respect de la tradition est une condition essentielle du progrès scientifique.*

a história da estática, que passava a comportar ordenação e caracterização novas. Duhem salienta essa inovação com entusiasmo, por um lado e, por outro, lamenta dura e criticamente a história clássica que ignorava as contribuições conferidas à humanidade (na ciência e na arte) pela Idade Média. Ele exclama: “História insensata! No curso da evolução pela qual se desenvolve a ciência humana, os nascimentos súbitos e os renascimentos repentinos são muito raros” (DUHEM, 1906, p. 278-279)³⁴.

O trabalho historiográfico de Duhem viria integrar, à história da ciência, uma parte desconsiderada pelos historiadores que só celebravam as revoluções. Agora, é digno de nota que, nas duas últimas citações, lemos, respectivamente, que as pretensas revoluções foram “na maioria das vezes” (*le plus souvent*), preparadas e que os nascimentos súbitos e as renascenças repentinas “são muito raros” (*sont bien rares*). Duhem não exclui de modo categórico a possibilidade de uma revolução intelectual. Essa observação pode parecer por demais detalhista, mas diante das afirmações tão insistentes e incisivas de que Duhem nega explicitamente a existência de transformações revolucionárias no desenvolvimento científico, é bastante notável que a passagem acima citada do prefácio de *Les origines de la statique* seja aquela preferida para a demonstração dessa ideia.

Les origines de la statique fornece ainda muitos esclarecimentos para a compreensão do trecho tão citado pelos críticos do continuísmo duhemiano. Outras passagens igualmente importantes aí encontradas para se abordar a ideia de continuidade atribuída a Duhem são comumente ignoradas ou deixadas de lado. E o importante é que essas outras passagens descaracterizam a visão simplista e ingênua acerca da continuidade que lhe é imputada. Surpreso e motivado pelas suas descobertas, Duhem enfatizou, nessa obra, a continuidade da ciência e recusou a celebração das revoluções pelos historiadores de então, que, por sua vez, negavam a existência da continuidade da tradição científica. Talvez por isso, o que aparece como significativo seja somente o lado da crítica às revoluções, como se Duhem tentasse substituir uma visão revolucionária do progresso por outra – a continuísta –, como se a disputa entre as perspectivas continuísta e descontínuísta tivesse que ter uma vencedora que aniquilasse totalmente a outra (já naquela época). Isso não é,

³⁴ *Histoire insensée! Au cours de l'évolution par laquelle se développe la science humaine, elles sont bien rares, les naissances subites et les renaissances soudaines [...]*

todavia, no nosso entender, o que ocorre na visão de Duhem. A conclusão de *Les origines de la statique* exemplifica a complexidade do pensamento de seu autor e merece aqui um maior escrutínio.

Duhem (1906, p. 277) inicia a conclusão de seu trabalho historiográfico sobre as origens da estática com a descrição de um caminhante que contempla o fenômeno da *Foux*, a ressurgência do rio Vis nas planícies de calcário, situadas na comuna de Vissec, na França. É somente após percorrer o calcário ressecado, caminhar com dificuldade entre labirintos rochosos, observar grandes barrancos, rios secos, traços de antigas torrentes, que o caminhante encontra repentinamente uma ressurgência de águas abundantes: a *Foux* – uma enorme massa de água que surge com uma força viva, num cenário de aridez.

A visão do caminhante maravilhado com a *Foux* é aí comparada à do historiador da ciência que celebra somente as descobertas fulgurantes. Para esse historiador, a ciência de outrora tinha distribuído com abundância suas águas férteis, quando o mundo viu germinar e crescer as grandes descobertas admiráveis de Aristóteles e Arquimedes; depois, a fonte do pensamento grego esgotou e o rio ficou seco durante toda a Idade Média.

Duhem entende que, na visão desse historiador, a “ciência bárbara desse tempo não foi mais que um caos em que se amontoaram, numa desordem, os fragmentos desfigurados da sabedoria antiga, fragmentos ressecados e estéreis aos quais se agarram somente [...] as críticas dos comentadores pueris e vãos” (DUHEM, 1906, p. 278)³⁵.

A comparação entre a visão do caminhante observador do fenômeno que é a *Foux*, a renascença das águas do rio Vis, e a visão do historiador observador da renascença das ciências é apropriada a Duhem para a afirmação de que os nascimentos súbitos e os renascimentos repentinos na ciência são bem raros, “da mesma forma como, entre as nascentes, a *Foux*, é uma exceção” (1906, p. 279). A comparação assimilativa entre uma revolução e a *Foux* deixa claro o julgamento de que, do mesmo modo como o observador da *Foux* ignora as fontes (pequenos rios subterrâneos) do fenômeno que admira, o historiador da ciência tende a ver somente as grandes descobertas, ignorando por completo aqueles que contribuíram para a continuidade da ciência. No prefácio a *Études sur Léonard*

³⁵ [...] *science barbare de ce temps n'a plus été qu'un chaos où s'entassaient pêle-mêle les débris méconnaissables de la sagesse antique; fragments desséchés et stériles auxquels se cramponnent seulement [...] les gloses puériles et vaines des commentateurs.*

de Vinci, Duhem apresenta algumas razões por que isso ocorre. Em primeiro lugar, reconhece que, quando

contemplamos uma grande descoberta, experimentamos, de início, uma admiração misturada com pavor; nosso olhar espantado mede a altura à qual o gênio se elevou; nós sentimos a que ponto essa altura ultrapassa todas aquelas a que nosso humilde espírito poderia atingir e uma espécie de vertigem se apodera de nós (DUHEM, 1984a, v.I, p. III).³⁶

Duhem, no entanto, argumenta que essa primeira impressão não é a que reflete o que realmente ocorre no processo de avanço da ciência, já que

à medida que a meditação nos torna mais familiar a descoberta que tinha nos arrebatado, nossa admiração muda de natureza; certamente ela não perde sua intensidade, mas se despoja, pouco a pouco, de tudo o que a surpresa misturou de indistinto e de irrefletido; ela se torna cada vez mais consciente e razoável (DUHEM, 1984a, v.I, p. III)³⁷.

A obra dedicada aos estudos sobre Leonardo da Vinci que tem como sugestivo subtítulo *aqueles que ele leu e aqueles que o leram*³⁸ é marcadamente significativa para a fortificação de sua visão continuísta. Ao lado de *Les origines de la statique*, essa obra é indicada como aquela que sela a tese continuísta duhemiana na história da ciência. E, de fato, a ênfase na continuidade é aí marcante, razão pela qual passamos a discuti-la.

1.3.1 Leonardo da Vinci: exemplo evidente da continuidade

Duhem (1984a, v.I, pp. IV-V) admite que a tarefa de reconstruir a história da ciência, de modo a dar conta de seu processo contínuo, nem sempre é fácil para o

³⁶ [...] nous contemplons une grande découverte, nous éprouvons tout d'abord une admiration mêlée d'effroi; notre regard étonné mesure la hauteur à laquelle le génie s'est élevé ; nous sentons à quel point cette hauteur surpasse toutes celles auxquelles notre humble esprit saurait atteindre, et une sorte de vertige s'empare de nous.

³⁶ [...] au fur et à mesure que la méditation nous rend plus familière la découverte qui nous avait ravis, notre admiration change de nature; non pas, certes, qu'elle perde de son intensité; mais elle se dépouille peu à peu de tout ce que la surprise y mêlait d'instinctif et d'irréfléchi; elle devient de plus en plus consciente et raisonnée.

³⁸ *Études sur Léonard de Vinci*, obra em três volumes, publicada originalmente entre 1906 e 1913, apresenta como subtítulo para os dois primeiros volumes *Ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. O terceiro volume traz o subtítulo *Les précurseurs parisiens de Galilée*

historiador. Os cientistas – ele afirma – não relatam seus passos; não fornecem esboços de seus avanços. O acesso à sua descoberta é dado quando essa se encontra pronta e acabada. Ainda que haja aqueles que relatam seus percursos, nem sempre é prudente se fiar em suas confissões. Leonardo da Vinci lhe aparece como uma exceção, na medida em que teve conservados seus manuscritos. Esses têm, para Duhem, valor inestimável, pois é por meio deles que analisa como se deu a evolução do pensamento do grande cientista e pode traçar o caminho de suas teorias; pode mostrar como sua obra é, ao mesmo tempo, produto de esforços anteriores e uma etapa necessária para os avanços que lhe seguem; pois, se Duhem investiga quais seriam os precursores de Da Vinci, indica também como esse foi precursor de outros cientistas que, muitas vezes, plagiando tais manuscritos, omitiram o desenvolvimento contínuo das ideias científicas, apresentado-as como inovadoras.

Se, de uma parte, são apresentados novos personagens à história da ciência, de outra, são apresentados também novos dados e informações às personagens já conhecidas. Duhem, ao argumentar que Leonardo é precursor de Galileu, de Copérnico, esclarece que sua investigação histórica acerca daqueles que o cientista leu e daqueles que o leram visa colocá-lo em seu verdadeiro lugar na história das ciências – “solidário ao passado, do qual recebeu e meditou os ensinamentos, ele é ainda solidário ao futuro por ter fecundado a ciência com seus pensamentos” (DUHEM, 1984a, v.I, p. VII)³⁹.

Logo de início, ao estabelecer o elo entre Albert de Saxe e Da Vinci, Duhem (1984a, v.I, p.1) afirma que a história da ciência é deturpada por dois preconceitos, sendo esses tão semelhantes que poderiam ser tomados como um único: o de que o progresso científico ocorre por meio de descobertas repentinas e imprevistas e o de que os trabalhos dos homens geniais não têm precursores. Segundo Duhem, diante de tais preconceitos, é necessário

marcar com insistência a que ponto essas ideias estão erradas, a que ponto a história do desenvolvimento científico está submetida à lei da continuidade. As grandes descobertas são quase sempre fruto de uma preparação, lenta e complicada, perseguida no transcorrer dos séculos. As doutrinas professadas pelos mais influentes pensadores resultam de uma

³⁹ [...] *solidaire du passé, dont il a recueilli et médité les enseignements, il est encore solidaire de l'avenir dont ses pensées ont fécondé la science.*

multidão de esforços, acumuladas por uma série de trabalhadores obscuros. Aqueles mesmos a quem nos acostumamos a chamar de criadores, Galileu, Descartes, Newton, não formularam nenhuma doutrina que não se ligasse pelas linhas inumeráveis aos ensinamentos daqueles que os precederam (DUHEM, 1984a, v.I, pp. 1-2).⁴⁰

Esse trecho parece-nos bastante merecedor de exame. Em primeiro lugar, chamamos a atenção para o fato de que a consideração de Duhem acerca da necessidade de “marcar com insistência” os preconceitos perceptíveis na história da ciência é levada muito a sério por ele em *Études sur Léonard de Vinci*. Durante todo o texto, são apresentadas evidências da “lei da continuidade”. Nesse sentido, encontramos referências aos precursores de Da Vinci ao longo de todos os volumes da obra bem como indicações daqueles que sofreram sua influência. Para Duhem, Da Vinci, em muitos casos, foi também um real criador.

O estabelecimento de uma cadeia histórica, que indica a posição e a influência de cada pensador estudado, não visa colocar todos os cientistas estudados num mesmo nível de importância. Tanto é verdade que, no trecho acima, Duhem contrapõe pensadores “influentes” aos “obscuros”. Embora seu trabalho seja uma tentativa de resgatar a importância dos últimos e incluí-los no foco comumente voltado aos primeiros, não há, como tentaremos argumentar mais adiante, uma intenção de igualar pensadores influentes e obscuros, sob o título de ‘continuadores’ da ciência ou o que quer que seja.

Agora, cabe-nos tentar compreender a ideia duhemiana de uma “lei da continuidade”. A nosso ver, a comparação entre evolução biológica (já presente no prefácio de *L'évolution de la mécanique*, conforme citação de página 16 deste trabalho) é elucidativa para se falar de lei – de lei natural. Da mesma forma que, para colher frutos, é necessário semear, cultivar – o que demanda maturação –, para que haja grandes descobertas em ciência, são necessários passos, graus de evolução – lançamento de uma ideia, desenvolvimento da mesma, etc.

⁴⁰[...] *marquer avec insistance à quel point ces idées sont erronées, à quel point l'histoire du développement scientifique est soumise à la loi de continuité. Les grandes découvertes sont presque toujours le fruit d'une préparation, lente et compliquée, poursuivie au cours des siècles. Les doctrines professées par les plus puissants penseurs résultent d'une multitude d'efforts, accumulés par une foule de travailleurs obscurs. Ceux-là même qu'il est de mode d'appeler créateurs, les Galilée, les Descartes, les Newton, n'ont formulé aucune doctrine qui ne se rattache par des liens innombrables aux enseignements de ceux qui les ont précédés.*

Note-se ainda que, na medida em que Duhem fala que as “grandes descobertas são *quase* sempre fruto de uma preparação, lenta e complicada”, não está excluindo categoricamente a ocorrência de uma grande descoberta que se processe mais rapidamente. Essa última observação, mais uma vez, pode parecer muito detalhista. Contudo, encontramos na obra duhemiana, discussão de exemplo de descoberta não marcada pela lentidão. Após discutir a evolução do sistema de gravitação universal de Newton em seu livro *La théorie physique, son objet, sa structure*⁴¹, Duhem afirma:

Às vezes, a evolução que deve resultar na construção de um sistema teórico se condensa extremamente e alguns anos bastam para conduzir as hipóteses que devem produzir essa teoria, do estado em que estão apenas esboçadas àquele em que estão concluídas.

Assim, em 1819, Oersted descobre a ação da corrente elétrica na agulha magnetizada; em 1820, Arago torna conhecida essa experiência na Academia das Ciências; em 18 de setembro de 1820, a Academia ouviu a leitura de uma dissertação na qual Ampère apresenta as ações mútuas das correntes que ele colocou em evidência e em 23 de setembro de 1823, ela acolheu uma outra dissertação em que Ampère dá forma definitiva às teorias da eletrodinâmica e do eletromagnetismo (DUHEM, 1989a, pp. 384-385).⁴²

Duhem compara o tempo decorrido de Copérnico até Newton com aquele decorrido entre Oersted e Ampère e afirma que, apesar de grande diferença temporal existente entre os casos, é possível, em ambos, detalhar historicamente o desenvolvimento dos sistemas teóricos resultantes. Em seu ponto de vista, a pesquisa histórica do desenvolvimento da eletrodinâmica não nos coloca diante do gênio de Ampère abarcando repentinamente um vasto domínio experimental já constituído, nem de uma escolha livre e criativa de hipóteses (DUHEM, 1989a, p. 385). E isso se aplica a toda a história da ciência:

⁴¹ Doravante também mencionado como *La théorie physique*.

⁴² *Parfois, l'évolution qui doit aboutir à la construction d'un système théorique se condense extrêmement, et quelques années suffisent à conduire les hypothèses qui doivent porter cette théorie de l'état où elles sont à peine ébauchées à celui où elles sont achevées.*

Ainsi, en 1819, Oersted découvre l'action du courant électrique sur l'aiguille aimantée; en 1820, Arago fait connaître cette expérience à l'Académie des Sciences; le 18 septembre 1820, l'Académie entend la lecture d'un mémoire où Ampère présente les actions mutuelles des courants, qu'il vient de mettre en évidence; et le 23 décembre 1823, elle accueille un autre mémoire où Ampère donne leur forme définitive aux théories de l'Électrodynamique et de l'Électromagnétisme.

A ciência, em sua marcha progressiva, não experimenta mudanças bruscas; cresce, mas por graus; avança, mas passo a passo. Nenhuma inteligência humana, quaisquer que sejam sua capacidade e sua originalidade, saberia criar completamente uma doutrina absolutamente nova. O historiador amigo de vistas simples e superficiais celebra as descobertas fulgurantes que, à noite profunda da ignorância e do erro, fizeram suceder o dia pleno da verdade. Mas aquele que submete a invenção, aparentemente mais instintiva e mais imprevista, a uma análise profunda e minuciosa, reconhece aí quase sempre o produto de uma série de esforços imperceptíveis e o concurso de uma infinidade de tendências obscuras. Cada fase da evolução que, lentamente, conduz a ciência a seu aperfeiçoamento, parece-lhe marcada por estas duas características: a continuidade e a complexidade (DUHEM, 1906, p. 279)⁴³.

A ênfase na continuidade duhemiana, em nosso entendimento, visa eliminar, sobretudo, a ideia dos nascimentos repentinos, de modo a apresentar uma história da ciência mais complexa que leva em consideração o aspecto coletivo do empreendimento científico, a “multidão de esforços”. Toda a argumentação de Duhem se volta contra uma “história muito simplista” que “nos faz admirar neles [Galileu, Descartes, Newton] os nascimentos extraordinários de uma geração espontânea, incompreensíveis e colossais em seu isolamento” (DUHEM, 1984a, v.I, p. 2)⁴⁴. Uma pesquisa mais detalhada pode relatar a filiação dos gênios da ciência e afastar a ideia de uma geração espontânea⁴⁵.

E quanto a Leonardo da Vinci? Seria ele uma exceção à lei que pesa sobre os grandes gênios? Todo seu trabalho em mecânica e física se deve somente às suas experiências e meditações? Essas são algumas das questões que Duhem (1984a, v.I, p. 2)

⁴³ *La Science, en sa marche progressive, ne connaît pas davantage les brusques changements; elle croît, mais par degrés; elle avance, mais pas à pas. Aucune intelligence humaine, quelles que soient sa puissance et son originalité, ne saurait produire de toutes pièces une doctrine absolument nouvelle. L'historien ami des vues simples et superficielles célèbre les découvertes fulgurantes qui, à la nuit profonde de l'ignorance et de l'erreur, ont fait succéder le plein jour de la vérité. Mais celui qui soumet à une analyse pénétrante et minutieuse l'invention la plus primesautière et la plus imprévue en apparence, y reconnaît presque toujours la résultante d'une foule d'imperceptibles efforts et le concours d'une infinité d'obscures tendances. Chaque phase de l'évolution qui, lentement, conduit la Science à son achèvement, lui apparaît marquée de ces deux caractères: la continuité et la complexité.*

⁴⁴ [...] nous fait admirer en eux des colosses nés d'une génération spontanée, incompréhensibles et monstrueux dans leurs isolement [...]

⁴⁵ Duhem critica a ideia de uma geração espontânea em outras passagens da obra. Ver, por exemplo, Duhem, 1984a, v. I, pp. 84 e 213.

coloca no início de sua obra dedicada aos estudos sobre Leonardo e, como é sabido, as respostas a elas são negativas.

Os *Études sur Leonard de Vinci*, em sua maior parte, não seguem uma ordem cronológica nem tampouco uma sequência de temas abordados. Cada capítulo aparece como independente dos demais e, às vezes, é possível perceber certa repetição de conteúdo já explorado. Exemplos disso são o primeiro e oitavo capítulos do primeiro volume, dedicados à investigação do trabalho de Albert de Saxe. Martin (1991, p. 159) chama a atenção sobre o aspecto fragmentário da obra que, segundo ele, consiste, em sua grande parte, de artigos publicados em periódicos e dirigidos à acumulação de evidências em favor da ciência medieval. De um modo geral, não há uma exposição sistemática, da parte de Duhem, a apresentar historicamente e logicamente o desenvolvimento de uma noção, teoria, etc.

A obra apresenta uma grande diversidade de temas, distribuídos em recortes por capítulos ou pequenas seções. No primeiro volume, a defesa da continuidade se assenta, sobretudo, na exibição de laços argumentativos e investigativos entre pares de cientistas⁴⁶, envolvendo temas de diversos campos como astronomia, mecânica, paleontologia e até mesmo aspectos relativos à pintura. Tais temas são explorados em recortes – de uma parte são analisados alguns dos resultados do trabalho de Leonardo da Vinci que teriam sofrido a influência de antecessores; de outra, são apresentados os sucessores de Da Vinci que levaram suas ideias adiante. É assim que, após apresentar o que considera evidências da influência de Alberto de Saxe sobre Leonardo Da Vinci, questiona-se Duhem: “Pode-se desejar prova mais surpreendente da continuidade pela qual se desenvolve a ciência?” (1984a, v. I, p. 50)⁴⁷.

Temas abordados ao longo de seu desenvolvimento histórico são encontrados nos dois primeiros capítulos do segundo volume (Leonardo Da Vinci e os dois infinitos; Leonardo da Vinci e a pluralidade dos mundos, respectivamente). Aí Duhem apresenta uma abordagem cronológica desde Aristóteles até Leonardo da Vinci. Já o terceiro capítulo apresenta a comparação entre os trabalhos de Nicolau de Cusa e Leonardo da Vinci.

⁴⁶ Os primeiros capítulos, por exemplo, têm como títulos respectivamente “Albert de Saxe et Léonard de Vinci”, “Léonard de Vinci et Villalpand”, “Léonard et Bernardino Baldi”.

⁴⁷ *Peut-on souhaiter preuve plus saisissante de la continuité selon laquelle se développe la Science?*

Novamente a diversidade temática se faz presente. O interessante é observar que a noção de continuidade explicitada por Duhem nos diversos estudos em que vincula pensadores a um determinado assunto investigado está longe de configurar uma exposição de mera acumulação do conhecimento científico. É assim, por exemplo, que Duhem fala de transformações de noções e teorias investigadas⁴⁸.

O terceiro volume, que coloca em evidência as tradições de pesquisa e é famoso por seu controverso subtítulo "*Les précurseurs parisiens de Galilée*", pode ser considerado como o do assentamento da tese de que a ciência moderna não é uma criação desvinculada da tradição. Já no prefácio, Duhem explicita esse ponto de vista, comentando a atribuição de seu subtítulo, com foco sobre a mecânica:

Esse subtítulo anuncia a ideia da qual nossos estudos precedentes já tinham descoberto alguns aspectos e que nossas novas pesquisas colocam em plena luz. A ciência mecânica inaugurada por Galileu, por seus concorrentes, por seus discípulos, Baliani, Torricelli, Descartes, Beeckman, Gassendi, não é uma criação. A inteligência moderna não a produziu de um primeiro salto e completamente assim que a leitura de Arquimedes lhes revelou a arte de aplicar a geometria aos efeitos naturais (1984a, v. III, p. V).⁴⁹

Em nosso ponto de vista, a afirmação de que a mecânica moderna não foi criada, mas desenvolvida por Galileu não se destina a negar a diferença entre ciência antiga e moderna. Em diversas passagens em que apresenta as contribuições de precursores medievais, Duhem se refere a elas como elementos constitutivos que servirão para o desenvolvimento de uma teoria que se efetivará nos trabalhos dos modernos. Tome-se, como exemplo, a seguinte passagem: “de Guilherme de Ockam a Domingo de Soto,

⁴⁸ Exemplos de passagens que ilustram a ideia de uma transformação nas concepções do objeto investigado podem ser constatados: no volume I (p. 152), quando Duhem, abordando a discussão entre Roberval e Descartes sobre o centro de agitação, afirma que essa discussão termina em uma completa ruptura (*complete rupture*) entre eles; no volume II (p. 95), quando Duhem expõe a questão acerca da pluralidade dos mundos em Leonardo, afirma que seu espírito de generalização logo se confunde com o espírito de invenção e Leonardo então transforma de novo (*transforme de nouveau*) a questão de modo a torná-la mais simples e clara.

⁴⁹ *Ce sous-titre annonce l'idée dont nos précédentes études avaient déjà découvert quelques aspects et que nos recherches nouvelles mettent en pleine lumière. La Science mécanique inaugurée par Galilée, par ses émules, par ses disciples, les Baliani, les Torricelli, les Descartes, les Beeckman, les Gassendi, n'est pas une création; l'intelligence moderne ne l'a pas produite de prime saut et de toutes pièces dès que la lecture d'Archimède lui eut révélé l'art d'appliquer la Géométrie aux effets naturels.*

veremos os físicos da Escola parisiense estabelecerem todos os fundamentos da mecânica que desenvolverão Galileu, seus contemporâneos e seus discípulos” (DUHEM, 1984a, v. III, p. XI)⁵⁰. É comum ainda Duhem falar de uma preparação para as teorias de Copérnico, de Galileu, de Newton, etc.

A concepção de que a mudança da ciência antiga para a moderna foi preparada está manifesta nos estudos sobre Leonardo da Vinci de maneira reiterada. E, no que nos interessa, é bastante clara a admissão de Duhem acerca dessa mudança na história da ciência. Tanto é verdade que ele afirma que a “substituição da física de Aristóteles pela moderna resultou de um esforço de longa duração e de uma extraordinária força” (DUHEM, 1984, v. III, p. XIII)⁵¹. Agora, se é possível afirmar que a indicação duhemiana de precursores não significa a negação de diferença entre a ciência antiga e moderna, é também verdade que ela não subestima o papel de Galileu na história da ciência. Observe-se, por exemplo, a seguinte afirmação de Duhem:

Durante séculos, os filósofos tinham virado e revirado, em todos os sentidos, os pensamentos que continham, em germe, a ciência do movimento; agora, esses pensamentos tinham amadurecido; eles precisavam que um geômetra de gênio produzisse em plena luz as verdades que viviam neles e desse impulso à mecânica dos tempos modernos. Galileu foi esse geômetra (DUHEM, 1984a, v.III, p. 259)⁵².

É evidente que encontramos, nessa mesma obra, diversas passagens que exaltam os trabalhos dos precursores (as destacadas pelos críticos do continuismo duhemiano) – as que engrandecem as contribuições da escola parisiense e da ciência medieval como um todo. Contudo, não se pode deixar de admitir as tantas vezes que Duhem fala dessas contribuições como ‘germes’. Conjecturamos que as passagens mais enfáticas sobre a continuidade – as tidas como exageradas por seus intérpretes – estejam

⁵⁰ [...] *de Guillaume d’Ockam à Dominique Soto, voyons-nous les physiciens de l’École parisiense poser tous les fondements de la Mécanique que développeront Galilée, ses contemporains et ses disciples.*

⁵¹ [...] *substitution de la Physique moderne à la Physique d’Aristote a résulté d’un effort de longue durée et d’extraordinaire puissance.*

⁵² *Pendant des siècles, les philosophes avaient tourné et retourné en tous sens les pensées qui contenaient en germe la Science du mouvement; maintenant, ces pensées étaient mûres; elles attendaient qu’un géomètre de génie produisît à la pleine lumière les vérités qui vivaient en elles et donnât l’essor à la Mécanique des temps modernes. Galilée fut ce géomètre.*

diretamente ligadas à surpresa de suas próprias descobertas ou ainda, em outros casos, ao claro propósito de negar a visão histórica do nascimento súbito e repentino da ciência moderna, a concepção de gênios isolados, responsáveis por descobertas fulgurantes e iluminadoras, em suma: a visão história que, claramente, visava então combater.

O prefácio a *L'oeuvre scientifique de Blaise Pascal* é elucidativo para se discutir a concepção continuísta de Duhem e, por conseguinte, para se analisar sua posição em *Études sur Léonard de Vinci*. Nesse prefácio, Duhem discorre sobre a problemática envolvida na abordagem histórica de uma descoberta:

Entre uma descoberta científica e a personalidade daquele que a realizou, a linha é muito tênue. Em muitas circunstâncias, o tempo rapidamente a desfaz. Às vezes, durante os séculos, os tratados e os manuais continuam a ligar o nome de seu inventor ao enunciado da proposição matemática; à lei da física, o daquele que a enunciou primeiro. Diz-se: os teoremas de Apollonius, o princípio de Huygens. Mas acerca daquele que traz esse nome, quem então quer pesquisar, exceto alguns curiosos de erudição? Em que tempo, em que lugar ele viveu? Quem foi ele? Por quais sequências de meditações e de ensaios chegou a conhecer essa verdade que lhe valeu para não ser inteiramente esquecido? Essas são questões que quase não imaginamos colocar, que não sofremos, de modo algum, por vê-las sem respostas. O nome próprio que justapomos a uma proposição não é mais que uma etiqueta cômoda para designá-la. O geômetra diz: o teorema de Pitágoras, o teorema de Simson, como diz: o teorema das três perpendiculares (DUHEM, 1912, p. I).⁵³

Na concepção de Duhem (1912, p. II-III), a análise histórica de uma descoberta ou criação na ciência se torna complexa, porque não há como se estabelecer um momento exato de sua ocorrência, indicar um único nome como sendo o do responsável por ela, sem incorrer em injustiça e inexatidão.

⁵³*Entre une découverte scientifique et la personnalité de celui qui l'a faite, le lien est fort lâche; en maintes circonstances, le temps a tôt fait de le dénouer. Parfois, pendant des siècles, les traités et les cours continuent de joindre le nom de l'inventeur à l'énoncé de la proposition mathématique, de la loi physique qu'il a énoncée le premier; on dit: les théorèmes d'Apollonius, le principe de Huygens; mais de celui qui a porté ce nom, qui donc s'enquiert, sauf quelques curieux d'érudition? En quel temps, en quel lieu vécut-il? Qui fut-il? Par quelles suites de méditations et d'essais est-il parvenu à connaître cette vérité qui lui vaut de n'être pas tout à fait oublié? Ce sont questions que l'on ne songe guère à poser, que l'on ne souffre point de voir sans réponse. Le nom propre que l'on accolle à une proposition n'est plus qu'une étiquette commode pour la désigner; le géomètre dit: le théorème de Pythagore, le théorème de Simson, comme il dit: le théorème des trois perpendiculaires.*

A complexidade envolvida na discussão acerca das descobertas é visível na obra de Duhem. Tomemos como exemplo sua afirmação de que a ciência do movimento levou séculos para estar amadurecida e necessitou de “um geômetra de gênio” para dar um impulso à mecânica moderna. Nessa observação, como em outros casos em que analisa trabalhos de precursores em seus estudos sobre Leonardo, cabem as palavras do historiador, expressas em outro contexto: “o trabalho dos precursores está então acabado, tudo está pronto para que o dos inventores possa começar” (DUHEM, 1912, p. VI)⁵⁴. Aqui podemos identificar a plausibilidade de falar em etapas – uma de preparação e outra de efetivação de um “novo plano”, como diz Duhem:

Nenhuma descoberta é uma criação *ex nihilo*. É essencialmente composição, combinação de elementos que já preexistiam, mas que se reorganizam, de acordo com um novo plano. Desses elementos, existem alguns que têm sido conhecidos há muito tempo, de modo que se tem de remontar muito longe no passado para observar toda primeira geração. A seguir, uma descendência gradual leva-nos a seguir as lentas transformações até o momento em que, completamente desenvolvidos, esses elementos estão prontos para se reagruparem, se unirem e constituírem uma nova doutrina. Numerosos são aqueles que, pouco a pouco, têm preparado essa doutrina. Eles não tinham nenhum conhecimento dela, eles nem mesmo a previam, ainda que de maneira confusa. Entretanto, sem seus esforços, ela não poderia ter nascido (DUHEM, 1912, p. III).⁵⁵

Note-se que Duhem fala da constituição de uma “nova doutrina” como resultado de um desenvolvimento que é gradual, mas que se efetiva em algo que difere do anterior, “de acordo com um novo plano”. As considerações presentes nesse texto poderiam bem estar distribuídas em *Études sur Léonard de Vinci*. Afinal, nessa obra, de modo especial, ele discute descobertas, precursores e, sobretudo, a impossibilidade do surgimento

⁵⁴ *L'oeuvre des précurseurs est alors achevée; tout est prêt pour que celle des inventeurs puisse commencer.*

⁵⁵ *Aucune découverte scientifique n'est une création ex nihilo; elle est essentiellement composition, combinaison d'éléments qui, déjà, préexistaient, mais qui s'organisent suivant un plan nouveau; de ces éléments, il en est qui sont connus depuis fort longtemps, en sorte qu'il faut remonter très haut dans le passé pour en observer la toute première génération; puis, une graduelle descente nous en fait suivre les lentes transformations jusqu'au moment où, pleinement développés, ces éléments sont prêts à se rejoindre, à s'unir, à constituer une doctrine nouvelle. Nombreux sont ceux qui, peu à peu, ont préparé cette doctrine; ils n'en avaient aucune connaissance, ils ne la prévoyaient pas, même d'une manière confuse ; et, cependant, sans leurs efforts, elle n'aurait pu naître.*

de uma teoria *ex nihilo*. Aí ele assume ainda a figura do historiador, comprometido a investigar personalidades cujos nomes estão atrelados a descobertas, investigando suas origens, suas meditações e tentativas de solução de problemas⁵⁶. Em outras palavras, podemos dizer que Duhem esteve preocupado com a observação do contexto investigado, o que se evidencia em passagem do mesmo texto de 1912, no qual apresenta uma diretriz historiográfica objetivada já em *Études*:

Se a invenção científica não é absolutamente o jorro espontâneo de um gênio isolado e autônomo, se é obra coletiva e, por assim dizer, social, temos de explorar um domínio singularmente extenso todas as vezes que desejarmos relatar a história de uma descoberta. Não será suficiente (muito pelo contrário) meditar os escritos daquele a quem se atribui comumente essa descoberta. Será necessário pesquisar, ler, comparar os livros de todos aqueles que, mais ou menos diretamente, foram auxiliares desse homem: os precursores que prepararam a nova ideia; os colaboradores que auxiliaram o inventor; os opositores que o forçaram a precisar, esclarecer e consolidar seu pensamento; os sucessores que colocaram, em evidência, a fecundidade desse pensamento (DUHEM, 1912, p. VIII).⁵⁷

Ao investigar os predecessores e sucessores de Leonardo, Duhem busca explicitar os elos que desmistificam a imagem do autodidata, isolado em seu tempo, sem nenhum vínculo com o passado e com o futuro. Em seu ponto de vista, é tanto verdade que Leonardo se nutriu da ciência dos séculos precedentes como a de que fecundou a ciência daqueles que o sucederam. Como um “elo admiravelmente sólido e brilhante, ele retoma

⁵⁶ Em *Études sur Léonard de Vinci*, Duhem parece mesmo seguir à risca o papel de um curioso de erudição, na medida em que apresenta, quase que invariavelmente, estudos bibliográficos acerca dos cientistas cujas contribuições busca vincular à obra científica de Leonardo da Vinci e a tantas descobertas que ocorreriam na ciência moderna.

⁵⁷ *Si l'invention scientifique n'est point le jaillissement spontané issu d'un génie isolé et autonome, si elle est oeuvre collective et, pour ainsi dire, sociale, nous aurons à explorer un domaine singulièrement étendu, toutes les fois que nous voudrions retracer l'histoire d'une découverte. Il ne nous suffira pas, tant s'en faut, de méditer les écrits de celui auquel la voix commune attribue cette découverte. Il nous faudra rechercher, lire, comparer les livres de tous ceux qui, plus ou moins directement, ont été les auxiliaires de cet homme; des précurseurs, qui ont préparé l'idée nouvelle; des collaborateurs, qui ont secondé l'inventeur; des contradicteurs, qui l'ont contraint de préciser, d'éclaircir, d'affermir sa pensée; des successeurs, qui ont mis en évidence la fécondité latente de cette pensée.*

seu lugar na cadeia da tradição científica” (DUHEM, 1984a, v. I, p. 123)⁵⁸. Essa concepção do cientista como um elo nos remete à crítica de Koyré dirigida ao continuismo duhemiano: Leonardo deixaria de ser um gênio ímpar para se tornar um elo entre a Idade Média e os tempos modernos (KOYRÉ, 1991, p. 94).

Contudo, em nosso ponto de vista, a interpretação de Koyré é demasiadamente sumária e não retrata fielmente a imagem que Duhem associa ao “elo admiravelmente sólido e brilhante”. Evidentemente, esses adjetivos não dão conta de atenuar a ideia de que Leonardo é mais um elo entre tantos outros elos. Existem, entretanto, muito mais elementos em *Études* a confluírem para a caracterização da singularidade e da genialidade de Leonardo, semelhantes, aliás, àquelas que encontramos nos escritos daqueles que o retrataram como um gênio isolado. Duhem (1984a, v. I, p. 257) lembra, por exemplo, que Leonardo, além de pintor, escultor e músico, foi arquiteto e engenheiro; que ele fazia apelo ao talento de geômetra, à curiosidade de naturalista e à sua sagacidade de engenheiro (DUHEM, 1984a, v.I, p. 36). São comuns os comentários duhemianos que engrandecem as habilidades de Leonardo e de sua obra, antes ou após determinadas citações dos manuscritos⁵⁹. Mais do que um mero continuador de seus precursores, Leonardo é apresentado como um pensador que criou novos ramos do saber, inventou princípios, leis, hipóteses fundamentais de áreas do conhecimento imputados a outros pensadores⁶⁰.

Além das considerações que conferem respeito e admiração a Leonardo da Vinci, chama nossa atenção o lamento de Duhem acerca do esquecimento em que teria caído a obra desse pensador:

Se Galileu, Simon Stevin e Descartes tivessem, no início de seus trabalhos, encontrado essa ciência [a mecânica] mais avançada [...]; eles teriam podido levá-la mais longe do que eles realmente a conduziram. Todo o desenvolvimento das ciências positivas teria sido acelerado.

⁵⁸ [...] *maillon admirablement solide et brillant, il reprend sa place dans la chaîne de la tradition scientifique.*

⁵⁹ Duhem (1984a, v.I, p. 180) afirma, por exemplo, que Leonardo se mostrava um observador “tão sagaz” (*si sagace*); “maravilhosamente curioso e sagaz” (*merveilleusement curieux et sagace*; 1984a, v.II, p. 339), “um dos promotores mais perspicazes e mais poderosos da renascença das ciências na Itália” (*un des promoteurs le plus clairvoyants et les plus puissants de la Renaissance de Sciences en Italie*; 1984a, v. II, p. 357).

⁶⁰ Leonardo teria, por exemplo, segundo Duhem, criado a paleontologia (1984a,v. I, p. 39) e a geologia (1984a, v.III, p. 283-357). Teria ainda, sido “o verdadeiro inventor” (*véritable inventeur*) do polígono de sustentação (DUHEM, 1984a, v. I, p. 89).

Assim o esquecimento, para sempre deplorável, em que permaneceram, durante séculos, os pensamentos de Leonardo da Vinci relacionados aos princípios da mecânica, impôs, à marcha do espírito humano, um irremediável atraso (DUHEM, 1984a, v.I, p. 53).⁶¹

As considerações valorativas apresentadas por Duhem em relação a Leonardo da Vinci lembradas aqui podem parecer triviais e incontroversas. Contudo, passam a ser significativas – talvez reveladoras – quando confrontadas com o quadro usualmente exibido por críticos como sendo o da visão duhemiana. E Koyré é exemplo disso. Ao acusar Duhem de destruir a grande imagem de Leonardo, ele acaba fornecendo uma concepção adulterada de continuidade nos escritos duhemianos.

Na análise da crítica feita por Koyré a Duhem, vale aqui lembrar a afirmação (cronologicamente invertida) de Westman (1990, p. 269) de que se o primeiro subestimou a dívida de Galileu com os escolásticos, o segundo, por sua vez, tinha uma visão empobrecida de ‘fonte’. Sem entrar no mérito da avaliação do rigor da narrativa histórica de nenhum um dos pensadores mencionados – esse intuito é de Westman –, a lembrança dessa oposição importa-nos aqui na medida em que evidencia a tentativa de Koyré de rebater uma posição eminentemente contrária à sua. Resultado dessa tentativa tenaz, a caracterização da visão continuísta duhemiana que apresenta se revela, ao fim, viciosa.

É dessa forma, que, ainda que nos seja impraticável acompanhar criticamente a questão acerca da fidelidade histórica envolvida nas discussões entre historiadores continuístas e descontinuístas acerca de Leonardo da Vinci, é pertinente a observação de como essa questão é conduzida. É por aí que percebemos a concepção de continuísmo que é imputada a Duhem. À vista de alguns historiadores, a obra duhemiana consagrada aos estudos sobre Leonardo visa à negação de uma ruptura entre ciência antiga e medieval. E, pelo que podemos notar, *Études sur Léonard de Vinci* não é uma obra destinada a recusar a possibilidade de mudança em ciência; a defender uma igualdade entre ciência antiga e moderna e, nesse sentido, a negar a ocorrência de revolução em ciência, a não ser que

⁶¹ Galilée, Simon Stevin, Descartes, eussent, au début de leurs travaux, trouvé cette science plus avancée [...]; ils eussent pu la mener plus loin qu'ils ne l'ont réellement conduite; tout le développement des sciences positives en eût été hâté. Ainsi l'oubli, à jamais déplorable, dans lequel sont demeurées, pendant des siècles, les pensées de Léonard de Vinci touchant les principes de la Mécanique a imposé à la marche de l'esprit humain un irrémédiable retard.

entendamos ‘revolução’ como o nascimento repentino de uma teoria sem nenhum apelo à tradição.

O debate que envolve a análise da fidelidade histórica da obra duhemiana está fora de discussão; é significativo e parte do próprio fazer histórico. Muitos textos citados neste trabalho são exemplos disso. O problema é quando a imputação de exageros em Duhem leva seus intérpretes a também exagerarem na caracterização da visão continuísta; é quando sua obra é analisada de um ponto de vista anacrônico, que toma como base as discussões acerca da ciência moderna empreendidas após a consolidação do movimento descontinuísta, no qual a noção de revolução envolve certamente outros desdobramentos, a contar, inclusive, com outras revoluções. Muitas acusações acerca dos exageros de Duhem em seus *Études* podem ser relativizadas tanto por um maior escrutínio do próprio texto quanto pela atenção ao intento promotor da obra – o da recusa do nascimento súbito de teorias científicas.

1.3.2 A continuidade: fato escondido pela história renascentista?

É interessante observar como, tanto em *Études sur Léonard de Vinci* como em *Les origines de la statique*, duas obras muito próximas da descoberta da ciência medieval, existe uma crítica duhemiana às principais ideias difundidas pelos historiadores que exaltaram a Renascença. E tanto a surpresa de Duhem com relação à sua descoberta como sua reação contra a história dominante em seu contexto são, de fato, intensificadas nesse momento de sua produção historiográfica, que, a seu ver, vinha romper com toda uma visão dominante. Ocorre que Duhem, embora seja duro em suas críticas, não explicita categoricamente quem seriam os historiadores “de vistas simples”, “superficiais”, os responsáveis pela escrita da história “insensata”, os que celebravam somente as revoluções, que abordavam as descobertas como criações *ex nihilo*, que promulgavam uma era de nascimentos repentinos de teorias como fruto de uma geração espontânea, “colossais em seu isolamento”,...

A conclusão de *Les origines de la statique* (1906, pp. 277-290), já comentada acima, é exemplar para se falar da atitude combativa de Duhem diante do quadro apresentado pela “história clássica”: o da “renascença das ciências, das letras e das artes”, o da reconquista concomitante da força do pensamento e da liberdade humana, do surgimento de grandes homens, inauguradores de uma nova era que se contrapunha a um período de caos, de ciência bárbara. Duhem (1906, p. 283) lamenta “a admiração entusiasta e exclusiva pelos monumentos da ciência helênica [que] fez rejeitar, com desprezo, as descobertas profundas”⁶² produzidas pelas escolas do século XIII. Os historiadores da ciência agiram como o historiador da arte que, tomado pela admiração das obras da beleza grega, chamou de “góticas as mais maravilhosas criações artísticas da Idade Média”⁶³ (DUHEM, 1906, p. 283). Há, aqui, uma referência clara ao historiador da arte Giorgio Vasari.

Embora não mencionada explicitamente nessa passagem, a obra *Le vite de più eccellenti pittori, scultori ed architettori*⁶⁴ – identificada comumente como o berço do termo ‘gótico’, em seu sentido pejorativo – é mencionada em outras passagens da obra duhemiana⁶⁵, como fonte de informação sobre Leonardo da Vinci. A associação da arte gótica com a “ciência bárbara” (DUHEM, 1906, p. 278) remete à visão da Renascença como uma época oposta à Idade Média e preparatória para a Idade Moderna.

De acordo com Beltrán (1995, p. 29), a tese continuísta de Duhem coloca “o Renascimento como vítima” e representa uma reação contra a imagem desse período histórico, fornecida por Jacob Burckhardt, em seu livro *A cultura do Renascimento na Itália*, publicado pela primeira vez em 1860. Beltrán, adotando expressão de Wallace Ferguson (1950), afirma que Duhem, inaugurador da tese continuísta, situa-se em um movimento mais amplo denominado de “a revolta dos medievalistas”. A indicação de Burckhardt como o responsável pela imagem entusiasta da Renascença⁶⁶, no sentido criticado por Duhem, se apresenta, no entanto, discutida muito brevemente por Beltrán em

⁶² [...] *admiration enthousiaste et exclusive pour les monuments de la Science hellène fait rejeter avec mépris les découvertes profondes* [...]

⁶³ [...] *gothiques les plus merveilleuses créations artistiques du moyen âge.*

⁶⁴ Publicada em 1550, a obra de Vasari difundiu a ideia de um renascimento da civilização depois de um intervalo de barbarismo na história da arte.

⁶⁵ Ver Duhem, 1905, p. 37; 1984a, v. I, p. 56.

⁶⁶ Na visão de Earl Rosenthal (1964, p. 53), o conceito de Renascença difundido por Burckhardt foi prontamente aceito pelos historiadores da arte porque já estava disseminado desde o tempo de Vasari.

suas reflexões sobre o continuísmo, razão pela qual tentamos explorar um pouco mais a suposta pertinência de se tomar Burckhardt como merecedor da crítica duhemiana dirigida à história clássica da ciência.

Ferguson, em seu livro *The Renaissance in Historical Thought* (publicado originalmente em 1948) apresenta a visão dominante no contexto da crítica duhemiana, no qual o principal historiador da Renascença é Jacob Burckhardt. Embora defenda que a obra principal desse historiador sintetize ideias que já haviam sido postas pelos primeiros humanistas, pelos protestantes, racionalistas, entre outros, Ferguson (1950, p. 167) salienta a importância que a obra de Burckhardt exerceu na história da Renascença, seja entre os acirrados opositores à visão defendida, seja entre aqueles que a defenderam em um tom mais moderado. Sobre a visão do opositor Duhem, afirma ele:

[...] os historiadores da ciência descobriam indicações semelhantes nas obras dos homens da escola, mostrando como eles se interessavam pelo mundo presente tanto quanto pelo conhecimento secular antigo. O grande pioneiro nesse terreno foi Pierre Duhem. Seu imponente estudo da cosmologia clássica e medieval, *Le système du monde* [...] é um monumento elevado à honra da investigação e da especulação científica entre os pensadores da Idade Média. A nota patriótica ressoava claramente, assim como uma ponta de orgulho sectário, quando Duhem expõe as realizações científicas da escola de Paris, nessa grande obra e também em seus anteriores *Études sur Leonard de Vinci* [...], nos quais sustentava que a obra de Leonardo e a de Galileu não fizeram mais do que continuar o ocamismo parisiense do século XIV (FERGUSON, 1950, p. 304).⁶⁷

Duhem é indicado por Ferguson como o pioneiro de um movimento que expõe “a revolta dos medievalistas”, de pensadores que interpretaram a Renascença como uma continuação da Idade Média. E, de fato, as críticas de Duhem ao que denominou de história “insensata” remetem a muitas das ideias difundidas por Burckhardt, a começar pela

⁶⁷ [...] *les historiens de la science découvraient dans les ouvrages des hommes d'école des indications similaires, montrant comment ils s'intéressaient au monde présent aussi bien qu'à la connaissance séculière antique. Le grand pionnier, sur ce terrain, a été Pierre Duhem. Son imposante étude de la cosmologie classique et médiévale, Le système du monde [...] est un monument élevé à l'honneur de l'investigation et de la spéculation scientifiques chez les penseurs du moyen âge. La note patriotique résonnait distinctement, ainsi qu'une pointe de fierté sectaire, lorsque Duhem expose les réalisations scientifiques de l'école de Paris, dans ce grand ouvrage et aussi dans ses Études antérieures sur Léonard de Vinci [...], où il soutenait que l'oeuvre de Léonard et celle de Galilée ne firent que continuer l'occamisme parisien du XIV^e siècle.*

imagem que esse historiador forneceu da Idade Média. Na parte 2 de *A cultura do Renascimento na Itália* que tem por título “O desenvolvimento do indivíduo”, lemos:

Na idade Média, ambas as faces da consciência – aquela voltada para o mundo exterior e a outra, para o interior do próprio homem – jaziam, sonhando ou em estado de semivigília, como que envoltas por um véu comum. De fé, de uma prevenção infantil e de ilusão tecera-se esse véu, através do qual se viam o mundo e a história com uma coloração extraordinária; o homem reconhecia-se a si próprio apenas enquanto raça, povo, partido, corporação, família ou sob qualquer outra das demais formas do coletivo. Na Itália, pela primeira vez, tal véu se dispersa ao vento; desperta ali uma contemplação e um tratamento *objetivo* do Estado e de todas as coisas deste mundo. Paralelamente a isso, no entanto, ergue-se também, na plenitude de seus poderes, o *subjetivo*: o homem torna-se um *indivíduo* espiritual e se reconhece enquanto tal. Assim erguera-se outrora o grego ante os bárbaros [...] (BURCKHARDT, 1991, p. 111).

Essa imagem de uma mudança brusca no curso da história da civilização, vista por Burckhardt como extensiva a todo aspecto da vida humana, é explicitamente criticada por Duhem em passagem da qual já citamos partes e que vale a pena reproduzir, agora, a título de comparação.

De repente, um rumor grande agitou essa aridez escolástica; os espíritos poderosos furaram a rocha cujas entranhas escondiam, adormecidas havia séculos, as águas puras nascentes das fontes antigas. Liberadas por esse esforço, essas águas se precipitaram, alegres e abundantes e provocaram, por todos os lugares onde passaram, a renascença das ciências, das letras e das artes. O pensamento humano reconquistou sua força ao mesmo tempo em que reconquistou sua liberdade. E, logo, se viu nascerem as grandes doutrinas que, de século em século, impelirão mais profundamente suas penetrantes origens, estendendo sempre mais longe suas imponentes ramificações (DUHEM, 1906, p. 278).⁶⁸

⁶⁸ *Tout à coup, une grande rumeur a ému cette aridité scolastique; de puissants esprits ont fendu le rocher dont les entrailles recélaient, endormies depuis des siècles, les eaux pures jaillies des sources antiques; libérées par cet effort, ces eaux se sont précipitées, joyeuses et abondantes; elles ont provoqué, partout où elles passaient, la renaissance des sciences, des lettres et des arts; la pensée humaine a reconquis sa force en même temps que sa liberté; et, bientôt, l'on a vu naître les grandes doctrines qui, de siècle en siècle, pousseront toujours plus profondément leurs pénétrantes racines, étendront toujours plus loin leur imposante ramure.*

A crítica de Duhem, acentuadamente irônica, volta-se contra a concepção de uma transformação radical do estado da vida humana, anteriormente de dormência, para o da revitalização de suas potencialidades. A imagem apresentada por Burckhardt da Renascença italiana propagou a ideia de um desenvolvimento espetacular das capacidades do homem nesse período:

Quando, pois, um tal impulso para o mais elevado desenvolvimento da personalidade combinou-se com uma natureza realmente poderosa e multifacetada, capaz de dominar ao mesmo tempo todos os elementos da cultura de então, o resultado foi o surgimento do “homem universal” – *l'uomo universale* – que à Itália e somente a ela pertence. Homens de saber enciclopédico existiram ao longo de toda a Idade Média em diversos países, uma vez que esse saber configurava então um todo reunido e delimitado; da mesma forma, encontramos ainda artistas universais até o século XII, quando os problemas da arquitetura eram relativamente simples e uniformes e, no campo da escultura e da pintura, o objeto a ser representado prevalecia sobre a forma. Na Itália do renascimento, pelo contrário, encontramos concomitantemente em todas as áreas artistas a criar o puramente novo e, em seu gênero, perfeito, impressionando-nos ainda grandemente como seres humanos. Outros são também universais fora dos limites de sua arte, na colossal amplitude do domínio espiritual (BURCKHARDT, 1991, p. 115-116).

Note-se como Burckhardt enfatiza as capacidades individuais que puderam, a seu ver, criar “o puramente novo”. Essa divulgação das habilidades de homens multifacetados, “na colossal amplitude do domínio espiritual” coloca em evidência a discussão acerca do surgimento dos grandes gênios⁶⁹. Já mencionamos a visão de Duhem acerca da impressão difundida de Leonardo da Vinci como um gênio isolado em seu tempo e sua atitude crítica em relação a ela, uma atitude que certamente visou rebater uma consideração como a seguinte de Burckhardt (1991, p. 118): “Para sempre [...] os colossais contornos da pessoa de Leonardo só poderão ser divisados à distância”. Como vimos, para Duhem, somente à primeira vista, o espanto que nos faz divisar a altura em que o gênio se elevou nos leva a crer que uma descoberta é repentina e desvinculada da tradição. A

⁶⁹ E aqui não pudemos deixar de lembrar como essa divulgação ecoou por muito tempo, fazendo-se presente, por exemplo, na interpretação de Koyré que, ao se referir “aos maiores gênios da humanidade” (Galileu, Descartes) afirmou a ocorrência de uma transformação dos “quadros da própria inteligência” para recusar a continuidade entre ciência medieval e moderna, defendida por Duhem, conforme citamos anteriormente na página 8.

reflexão e a pesquisa histórica conseqüente podem nos conduzir à razoabilidade que, apesar de não diminuir nossa admiração, a faz mudar de natureza.

A interpretação histórica de Ferguson que faz de Burckhardt o promotor do ideário entusiasta e engrandecedor do Renascimento e, de Duhem, o participante pioneiro de um movimento fomentador da visão da Renascença como continuação da Idade Média é assumida por Beltrán. Apesar disso, ela parece não alterar a visão comum acerca do continuísmo duhemiano – caracterizado por ele ora como negação de revoluções, ora como acumulação de conhecimento.

Agora, o que é digno de atenção é o fato de que a caracterização de Burckhardt é apresentada num amplo contexto da cultura humana, em que pesam muito mais a renascença das artes e das letras do que propriamente a das ciências, ponto crucial para se analisar a obra duhemiana. Em seu famoso livro, Burckhardt dedica umas poucas páginas à caracterização de “As ciências naturais na Itália” em seção que traz esse título e onde lemos:

Quanto à posição dos italianos no domínio das ciências naturais, somos obrigados a remeter o leitor para a correspondente literatura especializada, da qual só temos conhecimento da obra de Libri, claramente depreciativa e bastante superficial (*Histoire des sciences mathématiques en Italie*). A discussão acerca da primazia de certas descobertas pouco nos diz respeito, tanto mais que somos da opinião de que, em qualquer época, pode surgir um homem que, partindo de poucos conhecimentos prévios e movido por um ímpeto irresistível, embrenha-se pelos caminhos da investigação empírica e, graças ao talento inato, realiza os mais espantosos progressos (BURCKHARDT, 1991, pp. 231-214).

A primeira coisa que chama atenção nessa passagem é a indicação da obra de Guglielmo Libri como superficial e depreciativa. *Histoire des sciences mathématiques en Italie, depuis la renaissance des Lettres jusqu'à la fin du XVIIe siècle*, obra composta de quatro volumes e publicada na França entre 1838 e 1841, é citada por Duhem em *Études sur Leonard de Vinci* e *Les origines de la statique*. É interessante observar que Duhem (como Burckhardt) indica uma superficialidade⁷⁰ no tratamento histórico de Libri bem

⁷⁰ Ver Duhem, 1905, p. 51, nota 2.

como o acusa de uma leitura anacrônica dos textos antigos. E apesar de indicar inexatidões⁷¹ na narrativa histórica desse autor, Duhem, algumas vezes, toma sua obra como referência na abordagem histórica que apresenta de Leonardo, seus predecessores e sucessores⁷². Significativa em nosso contexto é sua consideração de que Libri tinha corroborado a hipótese histórica de Venturi de que Leonardo da Vinci já conhecia algumas “verdades” atribuídas, mais tarde, a Galileu (DUHEM, 1905, p. 15-16). O que Burckhardt despreza no trabalho de Libri – “a discussão acerca da primazia de certas descobertas” – é o que reconhecemos como a marca da identificação de Duhem com Libri⁷³. Já a crença de que “em qualquer época, pode surgir um homem que, partindo de poucos conhecimentos prévios” pode realizar “os mais espantosos progressos” é o que separa a visão história de Duhem da de Burckhardt. É notório o entendimento deste acerca da existência de gênios isolados, sem vínculo algum com a tradição, conforme se pode observar na passagem que segue:

Homens assim foram Gerbert de Reims e Roger Bacon. Que ambos tenham dominado a totalidade do saber de seu tempo em suas respectivas áreas, foi uma conseqüência simples e natural de sua aspiração. Uma vez rasgado o véu da ilusão geral, superada a servidão à tradição e aos livros e o medo perante a natureza, os problemas amontoaram-se diante de seus olhos (BURCKHARDT, 1991, p. 214).

Esses exemplos mencionados são contrastados por Burckhardt com o caso distinto ocorrido na Itália, quando “a contemplação e a investigação da natureza são peculiares a todo um povo em particular” (1991, p. 214). Em seu ponto de vista,

[...] ao final do século XV, com Paolo Toscanelli, Luca Paccioli e Leonardo da Vinci, a Itália ocupa, sem termo de comparação, o primeiro lugar entre as nações européias na matemática e nas ciências naturais, os eruditos de todas as demais nações confessam-se seus discípulos, incluindo-se aí Regiomontanus e Copérnico (BURCKHARDT, 1991, pp. 215-216).

⁷¹ Ver, por exemplo, Duhem, 1905, pp. 51, 285; 1906, p. 75; 1984a, v. 1, p. 36, v. 2, p. 363.

⁷² Ver, por exemplo, Duhem, 1905, pp. 13, 36, 38, 236; 1984a, v.1, p. 55.

⁷³ De acordo com Jaki (1987, p. 384), a obra de Libri foi o primeiro guia de Duhem em suas investigações sobre Leonardo da Vinci. Embora indique que Libri não apresentasse nenhuma mudança na visão histórica acerca da infertilidade da Idade Média, Jaki (1987, p. 382) afirma que esse historiador levou Duhem a tomar conhecimento do vínculo entre Leonardo e Galileu.

Se, para Burckhardt, é verdade que os eruditos das demais nações são discípulos da renascença das ciências na Itália, para Duhem, “Leonardo da Vinci resume e condensa em si, por assim dizer, todo o conflito intelectual segundo o qual a Renascença italiana veio a se tornar herdeira da escolástica parisiense” (DUHEM, 1984a, v. II, p. IV)⁷⁴.

É conveniente lembrar que a caracterização da Idade Moderna como palco para a emergência de grandes cientistas, apartados da cena gloriosa dos antigos por um grande intervalo de sono profundo na Idade Média, não é, evidentemente, uma característica que possa ser atribuída exclusivamente a Burckhardt. Brenner (1990a, pp. 167-168) afirma que Duhem contestou a concepção da história tradicional da evolução do conhecimento, concepção que teria sua origem em D’Alembert. Citando passagens do *Discurso preliminar da Enciclopédia*, Brenner contrapõe essas passagens com outras de Duhem, extraídas de *Les origines de la statique*, mostrando como a crítica duhemiana contém expressões similares às empregadas por D’Alembert para se referir à Idade Média e à Renascença. De acordo com Brenner, a

concepção de D’Alembert é transmitida em suas grandes linhas, por Kant, Laplace, Comte e Cournot. A revolução científica é qualificada diversamente: em Kant, ela se torna súbita. Cournot a considera como uma revolução metodológica e Comte como uma revolução intelectual. Ao criticar o conceito de revolução, Duhem reage contra uma tradição de interpretação (BRENNER, 1990a, p. 168).⁷⁵

A indicação de Brenner nos parece bastante significativa na medida em que a visão apresentada da escolástica e da época das luzes pelos editores da *Enciclopédia* leva, de fato, a uma desproporção entre as épocas no que se refere ao desenvolvimento do conhecimento. Na *Enciclopédia*, lemos:

Enquanto adversários poucos instruídos ou mal intencionados combatiam abertamente a Filosofia, ela se refugiava, por assim dizer, nas Obras de alguns grandes homens que, sem terem a perigosa ambição de

⁷⁴ *Leonard de Vinci résume et condense, pour ainsi dire, en sa personne, tout le conflit intellectuel par lequel la Renaissance Italienne va devenir l’héritière de la Scolastique Parisienne.*

⁷⁵ [...] *conception de d’Alembert est transmise, dans ses grandes lignes, par Kant, Laplace, Comte et Cournot. La révolution scientifique est qualifiée diversement: chez Kant la révolution devient subite. Cournot l’envisage comme une révolution méthodologique et Comte comme une révolution intellectuelle. En critiquant le concept de révolution, Duhem réagit contre une tradition d’interprétation.*

arrancar a venda dos olhos de seus contemporâneos, preparavam de longe, na sombra e no silêncio, a luz que devia iluminar o mundo [...] (D'ALEMBERT, 1989, p. 67).

É interessante observar nessa passagem a ideia de que a grande mudança ocorrida na “época das luzes” foi preparada. Contudo, a preparação aqui, apesar de ser também ‘gradual’, não seria tão lenta quanto aquela propagada por Duhem e certamente não abrangeria tantos nomes. D’Alembert retrocede pouco em sua história para comentá-la. Em sua visão, Francis Bacon, “o maior, o mais universal e o mais eloquente dos filósofos”, estaria à frente dos ilustres homens que prepararam uma revolução brilhante nas ciências. A apresentação de Bacon no “Discurso preliminar” da *Enciclopédia* é extremamente exaltadora: seu *Novum Organum* “faz conhecer a necessidade da física experimental, na qual ainda não se pensava. [...] tudo [em seus escritos] anuncia o homem de gênio, o espírito que vê em grandes perspectivas” (D’ALEMBERT; 1989, p. 67). Na lista em que ele apresenta os nomes de homens ilustres, preparadores da revolução, segue-se Descartes, cuja descrição merece ser lembrada:

[...] homem raro, cuja fama variou tanto em menos de um século, tinha tudo o que era necessário para transformar a face da Filosofia: uma imaginação forte, um espírito de grande conseqüência, conhecimentos extraídos mais de si mesmo do que dos Livros, muita coragem para combater os preconceitos mais geralmente aceitos e nenhuma espécie de dependência que o forçasse a poupá-los (D’ALEMBERT; 1989, p. 69).

A lista dos filósofos e cientistas que transformariam o domínio do saber humano continua com Newton, Locke, etc., na exposição de D’Alembert. Contudo, a indicação de Bacon e Descartes como alguns dos responsáveis pela saída da ignorância, tal como defendido pelo enciclopedista, é suficiente para uma clara contraposição com a visão de Duhem que repudia a primazia atribuída a Bacon e Descartes quanto à inauguração de uma nova ciência no século XVII. Aliás, Duhem considera esses filósofos pretensiosos em suas tentativas de fundar uma nova ciência. Com relação a Bacon, afirma:

E ao *Organon* de Aristóteles, Bacon oporia o *Novum Organum*.

Estranha obra esse livro, que se pretendia a lógica da ciência do futuro!

[...]

O século XVIII e o nosso, depois dele, quiseram ver no *Novum Organum* o que Bacon tinha sonhado colocar: o programa da física dos tempos modernos. De fato, esse livro não exerceu nenhuma influência sobre o desenvolvimento da física experimental [...] (DUHEM, 1987b, pp. 203-205).⁷⁶

O julgamento de Duhem com relação à inovação de Bacon na ciência experimental é, como vimos, bastante distinta daquela difundida por D’Alembert. O mesmo ocorre com a avaliação da obra de Descartes enquanto produto de “conhecimentos extraídos mais de si mesmo do que dos Livros”. Nos estudos que empreende sobre as origens da estática, Duhem afirma que Descartes foi incapaz de reconhecer a dívida para com seus predecessores em uma doutrina da qual se julgou o criador quando, na verdade, não foi mais do que um organizador. E complementa:

Aliás, isso que dissemos aqui acerca da estática cartesiana não poderia se repetir acerca do cartesianismo inteiro? A soberba de seu autor triunfou e seu triunfo não tem comparação na história do espírito humano; ela enganou o mundo; ela fez tomar o cartesianismo por uma criação estranhamente espontânea e imprevista. Entretanto, esse sistema era, quase sempre, somente a conclusão claramente formulada de um trabalho obscuro, perseguido durante séculos (DUHEM, 1906, pp. 285-286).⁷⁷

Lembramos que a conclusão de *Les origines de la statique*, da qual a passagem acima é extraída, revela-se extremamente significativa no contexto da negação duhemiana dos nascimentos súbitos e imprevistos de novas teorias científicas e, nesse sentido, de toda uma concepção histórica da ciência fundamentada no ideário renascentista e iluminista. Embora Duhem seja enfático quanto à interpretação equivocada dos promotores desse ideário, não deixa, no conjunto de sua obra, de reconhecer a Renascença como um período

⁷⁶ *Et à l’Organon d’Aristote, Bacon opposait le Novum organum. Étrange oeuvre que ce livre, qui se prétendait la logique de la science à venir!*
[...]

Le XVIII^e siècle, et le nôtre après lui, ont voulu voir dans le Novum organum ce que Bacon avait souhaité d’y mettre: le programme de la physique des temps modernes. En fait, ce livre n’a exercé aucune influence sur le développement de la science expérimentale [...]

⁷⁷ *D’ailleurs, ce que nous disons ici de la Statique cartésienne, ne le pourrait on répéter du Cartésianisme tout entier? La superbe de son auteur a triomphé, et son triomphe n’a point d’analogue dans l’histoire de l’esprit humain; elle a dupé le monde; elle a fait prendre le Cartésianisme pour une création étrangement spontanée et imprévue; cependant, ce système n’était, presque toujours, que la conclusion nettement formulée d’un labeur obscur, poursuivi pendant des siècles.*

importante. Sua recusa se volta para a caracterização desse período como reveladora de uma radical ruptura no desenvolvimento da ciência, como promotora da ideia de que a tradição científica pode ser descartada. É contra aqueles que promulgaram tal caracterização que vemos Duhem defender a continuidade da ciência. E, aqui, pode ressoar a questão: quem são ‘aqueles’? Nossa tentativa de responder essa questão nos colocou em contato com estudiosos que corroboram a candidatura de alguns nomes já mencionados.

David Lindberg (2007, pp. 357-358), por exemplo, ao discutir “a questão da continuidade”, aponta Bacon como um dos responsáveis pela visão da Idade Média como um período de ignorância e superstição, uma visão reforçada, um século depois, por Voltaire e amplamente disseminada por Burckhardt. A seu ver, Duhem teria feito um contra-ataque a favor da Idade Média, ao identificar, nesse período, as fundações da ciência moderna.

Edward Rosen (1964) apresenta Duhem como o “arquiinimigo” de Burckhardt em relação à visão da ciência medieval e renascentista:

Uma vez que Burckhardt sentia uma repulsa muito forte pela vida medieval e uma vez que não realizou nenhum estudo especial da realização científica durante a Renascença, que tanto admirou, não é surpreendente que ele tenha ignorado completamente a ciência da Idade Média. Embora um ou outro cientista medieval isolado ou uma realização científica tivesse atraído anteriormente a atenção de outros estudiosos, a primeira investigação sistemática dos escritos científicos, compostos durante a Idade Média, foi empreendida por um francês que nasceu um ano depois que Burckhardt publicou a primeira edição de seu famoso ensaio. Conduzindo sua tarefa com ardente entusiasmo, uma impressionante infatigabilidade e aquela rara combinação – domínio minucioso da ciência moderna conjugado com conhecimento íntimo das línguas clássicas –, Pierre Duhem desafiou a teoria da Renascença do palimpsesto de Burckhardt (ROSEN, 1964, pp. 80-81).⁷⁸

⁷⁸ *Since Burckhardt felt so strong a revulsion against medieval life, and since he made no special study of the scientific work done during the Renaissance which he admired so much, it is not surprising that he altogether ignored the science of the Middle Ages. Although this or that isolated medieval scientist or scientific achievement had previously attracted the attention of other scholars, the first systematic investigation of the scientific writings composed during the Middle Ages was undertaken by a Frenchman who was born one year after Burckhardt published the first edition of his famous essay. Bringing to his task a burning zeal, an astounding indefatigability, and that rare combination, thorough mastery of modern science coupled with intimate knowledge of the classical languages, Pierre Duhem challenged Burckhardt's palimpsest theory of the Renaissance.*

Na análise empreendida por Rosen, Duhem inicia seu ataque a Burckhardt de maneira bastante ostensiva, com foco na insistente afirmação de que a ciência moderna nasceu nas universidades medievais para, a seguir, atenuar a recusa da existência da renascença da ciência em *Le Système du monde*. Rosen identifica ainda inconsistências em *Les origines de la statique*, já que, a seu ver, Duhem conjuga afirmações que negam a renascença científica com outras que a asseguram em algumas áreas. Citando trechos do capítulo 3 dessa obra, ele identifica passagens nas quais Duhem se refere a Leonardo da Vinci como responsável pela renascença da mecânica e à Idade Média como um período de dormência. Aqui, Rosen parece pouco se importar com o fato de que foi justamente durante a elaboração dessa obra que Duhem descobriu a existência de realização científica medieval. As passagens que ele seleciona como contraditórias à posição duhemiana na obra são extraídas do terceiro capítulo, publicados em outubro de 1903 na *Revue des scientifiques*, conforme indica Brenner (1990a, p. 144), ou seja, são textos escritos quando Duhem ainda partilhava da visão de outros historiadores de que a Idade Média era um período infrutífero para a ciência. Não se pode esquecer que a redação de *Les Origines de la statique*, como afirma Brenner (1990a, p. 144), foi conturbada (*bousculée*) pela descoberta imprevista.

Outro ponto que merece reconsideração na análise de Rosen (1964, p. 96), a nosso ver, é sua afirmação de que Duhem, “no fim de sua vida”, pôde observar a ciência medieval mais objetivamente e fez concessões a Burckhardt:

Quando Duhem, o arquiinimigo de Burckhardt, alcançou um ponto de vantagem a partir do qual ele pôde lançar um olhar retrospectivo para o seu amado século XIV e dirigir, para os séculos XVI e XVII, todas as suas intenções e propósitos, ele recusou suas objeções à tese de Burckhardt acerca de uma renascença na ciência e deu a ela valioso, embora relutante, apoio (ROSEN, 1964, p. 96).⁷⁹

⁷⁹ *When Duhem, the arch-opponent of Burckhardt, reached a vantage point from which he could look back over his beloved fourteenth century and forward to the sixteenth and seventeenth centuries, to all intents and purposes he withdrew his objections to Burckhardt's thesis of a renaissance in science and gave it his valuable, though grudging support.*

Rosen identifica e cita passagem do último volume de *Le Système du monde* que comprovam, a seu ver, a mudança de perspectiva duhemiana:

Para explicitar todas as riquezas que as doutrinas de Oresme, de Buridan, de seus contemporâneos continham implicitamente, era preciso, de início, buscar um conhecimento mais completo e mais profundo das matemáticas do que aquele com que esses mestres tiveram de se contentar; faltava, em seguida, dispor de instrumentos e de métodos experimentais que permitissem estudar com mais precisão os corpos e seus movimentos. Os parisienses do século XIV, em quase em todas as áreas, seguiram adiante, tão longe quanto podia ir alguém que possuía somente os elementos da aritmética e da geometria e que não tinha, para observar, mais do que os cinco sentidos nus. Tão mal equipados quanto eles, seus herdeiros do século XV não puderam ir mais longe. Para ver florir e frutificar as doutrinas das quais Oresme e Buridan tinham lançado os grãos na terra, era necessário primeiramente, que, ao conhecimento dos *Elementos de Euclides*, fosse adicionada a posse dos métodos mais sábios criados por Arquimedes. Ressuscitá-los e reencontrar seu uso será obra do século XVI. Em seguida, era necessário, que os físicos adquirissem a arte de fazer, com a ajuda de instrumentos, as medidas precisas e delicadas. Essa arte é aquela que o século de Galileu revelará. Enquanto esses dois progressos não tinham sido realizados, a física da Escola não poderia ultrapassar o limite a que os parisienses do século XIV tinham chegado (DUHEM, 1959, p. 45).⁸⁰

O que podemos notar é que a análise da visão duhemiana acerca da renascença nas ciências pode ser diferente conforme o significado remetido pelo termo ‘renascença’. Se compreendido como um período de criações e descobertas repentinas, após um longo período improdutivo – a Idade Média –, é evidente que Duhem se mostrou um oponente

⁸⁰ *Pour expliciter toutes les richesses que les doctrines d'Oresme, de Buridan, de leurs contemporains contenaient implicitement, il fallait, tout d'abord, prendre des Mathématiques une connaissance plus complète et plus profonde que celle dont ces maîtres avaient dû se contenter; il fallait, ensuite, disposer d'instruments et de méthodes expérimentales qui permissent d'étudier avec plus de précision les corps et leurs mouvements. Les Parisiens du XIV^e siècle avaient, presque en tout domaine, poussé aussi avant que pouvait aller celui qui possédait seulement les éléments de l'Arithmétique et de la Géométrie et qui n'avait, pour observer, que ses cinq sens tous nus. Aussi mal pourvus qu'eux, leurs héritiers du XV^e siècle ne pouvaient aller plus loin qu'eux. Pour qu'on voie fleurir et fructifier les doctrines dont Oresme et Buridan ont jeté les graines en terre, il faudra, d'abord, qu'à la connaissance des Éléments d'Euclide s'ajoute la possession des méthodes plus savantes créées par Archimède; ce sera l'oeuvre du XVI^e siècle de les ressusciter et d'en retrouver l'usage. Il faudra, ensuite, que les physiciens acquièrent l'art de faire, à l'aide des instruments, des mesures précises et délicates; cet art, c'est le siècle de Galilée qui le leur révélera. Tant que ces deux progrès n'auront pas été accomplis, la Physique de l'École ne pourra franchir la limite que les Parisiens du XIV^e siècle lui avaient fait atteindre.*

poderoso da história da Renascença que dominava em sua época. De outra forma, se entendermos ‘Renascença’ como a denominação de um período em que a ciência fez grandes e rápidos progressos, sobretudo pelo desenvolvimento da matemática, não encontraremos em Duhem a recusa do termo⁸¹, recusa que se estabelece somente em relação à ideia da Renascença como ruptura radical com a Idade Média, a partir de quando se passaria da total improdutividade para a abundância de novos conhecimentos. A rejeição dessa ruptura se assenta na continuidade histórica da ciência, atestada pela contribuição dos medievais. Isso fica bastante evidenciado na passagem final do segundo capítulo do primeiro volume de *Études sur Léonard de Vinci*, onde lemos: “Assim, o estudo que concluímos, ainda que seja limitado, parece-nos capaz de desabonar alguns dos preconceitos que desvirtuam a história da renascença científica” (DUHEM, 1984a, p. 85)⁸².

Agora, se Duhem atenuou seu discurso contra a renascença da ciência, enfraquecendo seu ataque, é porque, como afirma Rosen, “alcançou um ponto de vantagem”, mas não com relação à ideia de retomada dos antigos em um período fértil para a ciência e sim com a recusa da visão da Idade Média como tempos bárbaros. Assim, é compreensível que nas obras que se seguem à descoberta da ciência medieval, a ênfase recaia sobre a rejeição do ideário da renascença então em vigor. Duhem aqui estava na fronteira... Encontrar passagens em que ele reconheça a Renascença como um período importante para a ciência é, nessas obras, somente uma tarefa mais trabalhosa. A afirmação de uma mudança da perspectiva duhemiana quanto à Renascença é um equívoco. A mudança sentida e promovida por Duhem é com relação à Idade Média.

Jaki (1987, p. 381), buscando contextualizar a pesquisa histórica de Duhem sobre a ciência medieval, faz lembrar que os melhores trabalhos de história da ciência disponíveis na época continham muito poucas referências à contribuição de medievais. A

⁸¹ Afirmações semelhantes à passagem citada, que, na visão de Rosen, atesta a mudança duhemiana, podem ser encontradas em obras muito anteriores de Duhem, inclusive nas que se seguem imediatamente à descoberta da ciência medieval. Veja, por exemplo, Duhem, 1905, p. 123; 1984a, v. III, p. 259. A ideia de que os medievais haviam lançado as sementes que dariam origem a teorias que só se desenvolveriam completamente nos séculos após a Renascença está presente em várias obras duhemianas.

⁸² *Ainsi, l'étude que nous allons clore nous paraît, si restreinte soit-elle, capable de discréditer quelques-uns des préjugés qui faussent l'histoire de la Renaissance scientifique.*

lista de historiadores por ele citados – Whewell⁸³, Mach, Poggendorff, Rosenberger, Heller, Montucla, entre outros – traz prováveis candidatos ao título de ‘historiadores superficiais’. Outros candidatos são indicados por Crombie (1974, v. 1, p. 19): “os historiadores racionalistas do século XVIII, guiados por Voltaire, negavam a possibilidade de uma conexão entre a filosofia medieval e o triunfo da razão científica”⁸⁴. A indicação de Crombie é bastante sugestiva porque se relaciona diretamente com crítica de Duhem à ideia de surgimentos repentinos de teorias, sem vínculo com a tradição científica⁸⁵; permitindo assim, talvez, uma identificação mais concreta dos historiadores criticados por ele. Um nome influente é Condorcet, um historiador racionalista que, segundo Cohen (1994, p. 224), foi muito importante para promover a ideia da revolução científica no século XVIII.

E, de fato, em *Esboço de um quadro histórico dos progressos do espírito humano*, Condorcet apresenta muitas características da história criticada por Duhem, a começar pela imagem fornecida da Idade Média:

Neste período desastroso, veremos o espírito humano descer rapidamente da altura em que se tinha elevado, e a ignorância arrastar atrás de si, aqui a ferocidade, alhures uma crueldade refinada, em todas as partes a corrupção e a perfídia. Alguns relâmpagos de talento, alguns traços de grandeza de alma ou de bondade, mal podem penetrar através dessa noite profunda. Divagações teológicas, imposturas supersticiosas, são o único gênio dos homens; a intolerância religiosa sua única moral; e a Europa, comprimida entre a tirania sacerdotal e o despotismo militar, espera no sangue e nas lágrimas o momento em que novas luzes lhe permitirão renascer para a liberdade, a humanidade e as virtudes (CONDORCET, 1993, p. 89).

⁸³ Jaki (1987, p. 381) lembra a expressão de Whewell, para quem a Idade Média permanecia uma “soneca do meio-dia” (*mid-day slumber*).

⁸⁴ *Los historiadores racionalistas del siglo XVIII, guiados por Voltaire, negaban la posibilidad de una conexión entre la filosofía medieval y el triunfo de la razón científica...*

⁸⁵ Semelhantemente a Duhem, questiona Crombie (1974, v.2, p.104): “deve se considerar a nova ciência do século XVII como sendo, em último caso, um começo completamente novo, como quiseram alguns historiadores do passado? A “nova filosofia”, o “ensino experimental físico-matemático” da antiga *Royal Society* nasceu sem família anterior, das mentes de Galileu, Harvey, Francis Bacon e Descartes? (*¿debe considerarse la nueva ciencia del siglo XVII como siendo en último término un comienzo completamente nuevo, como pretendieron algunos historiadores del pasado? ¿Brotó la «nueva filosofía», la «enseñanza experimental físico-matemática» de la antigua Royal Society sin familia anterior, de las mentes de Galileo, Harvey, Francis Bacon y Descartes?*)

Na apresentação desse período, Condorcet emprega reiteradamente as palavras ‘barbárie’, ‘servidão’, ‘superstição’, ‘ignorância’, ‘escravidão’ em referência às características completamente distintas do século das luzes. Bacon, Galileu e Descartes foram os três grandes homens que intermediaram a passagem dessa fase para a época da liberdade, da razão, das luzes. A ciência se liberta, então, dos grilhões da escolástica:

A física, livrando-se pouco a pouco das explicações vagas introduzidas por Descartes, assim como ele tinha se desembaraçado dos absurdos escolásticos, não se tornou mais do que arte de interrogar a natureza por experiências, para procurar em seguida deduzir daí, pelo cálculo, fatos mais gerais (CONDORCET, 1993, p. 89).

É interessante observar que, como aponta Maria das Graças Nascimento (1993, p. 8), Condorcet apresenta uma história conduzida pela certeza da existência de uma lei do progresso, que estabelece uma continuidade histórica. A ‘continuidade’ em Condorcet é identificada com cumulatividade:

Nós distinguiremos os progressos da própria ciência, que só têm por medida a soma das verdades que ela encerra, daqueles de uma nação em cada ciência, progressos que se medem agora, por um aspecto, pelo número dos homens que conhecem suas verdades as mais usuais, as mais importantes e, por outro, pelo número e natureza dessas verdades geralmente conhecidas (CONDORCET, 1993, p. 128).

Ao mesmo tempo em que defende que o desenvolvimento da ciência se processa pela soma de verdades, linearmente, Condorcet atesta uma grande interrupção: “O marinheiro, que é preservado do naufrágio por uma exata observação da longitude, deve a vida a uma teoria que, por uma cadeia de verdades, remonta a descobertas feitas na escola de Platão, e sepultadas durante vinte séculos em uma inutilidade integral (CONDORCET, 1993, p. 175). A seu ver, no curso de desenvolvimento do espírito humano, nossa espécie alcançava seu aperfeiçoamento nas revoluções:

A partir do momento em que o gênio de Descartes imprimiu nos espíritos esta impulsão geral, primeiro princípio de uma revolução nos

destinos da espécie humana, [...] o quadro do progresso das ciências matemáticas e físicas nos apresenta um horizonte imenso, do qual é preciso distribuir e ordenar as diversas partes [...] (CONDORCET, 1993, p. 153).

Condorcet atribui ao desenvolvimento da matemática um papel significativo para a revolução do espírito humano. Aqui, importa lembrar a consideração de Pietro Redondi (1989, p. 15) de que Condorcet, ao conceder um significado ao passado como progresso da razão, continuou a linha de pensamento do Iluminismo que tinha Fontenelle como fundador. Fontenelle, segundo Maiocchi (1996) foi o pioneiro a aplicar o conceito de revolução no sentido de uma mudança rápida e radical na história da ciência, ao abordar a história da matemática, em 1727. Maiocchi (1996) lembra ainda que Condorcet, em 1793, aborda os avanços então recentes da química, falando de uma ‘revolução química’. Condorcet apresenta, pois, uma história da ciência continuísta (e cumulativista) com rupturas⁸⁶.

Certamente outros nomes poderiam engrossar a lista de historiadores que corroboraram para difundir a história ‘insensata’, combatida por Duhem. Em nossa busca, podemos observar que, de Vasari a Burckhardt, alguns traços são marcantes na história da ciência: depreciação da Idade Média; surgimento repentino de descobertas; criação de teorias por grandes gênios, sem vínculo com a tradição anterior; revolução enquanto mudança brusca e radical.

Agora, cabe lembrar que os historiadores mencionados por Jaki, enquanto responsáveis pelos melhores trabalhos disponíveis à época de Duhem e com muitas poucas referências à ciência medieval, foram herdeiros de uma visão acerca da Idade Média que, em sua época, já estava convalidada. Assim, talvez pudessem mesmo ser eles partidários de uma “história insensata”. Mas, em último caso, quem seriam os responsáveis pela origem da insensatez? Seriam Burckhardt, D’Alembert, Diderot e Condorcet? Seriam outros? Ainda que nossa tentativa de identificar os alvos do ataque duhemiano à história clássica

⁸⁶Lembramos que Condorcet é representante de uma tradição da história da ciência que é criticada por Kuhn, por se ter se caracterizado pela tentativa de “basear descrições normativas da verdadeira racionalidade em panoramas históricos do pensamento científico ocidental” (*to base normative descriptions of true rationality on historical surveys of Western scientific thought*. - KUHN, 1977, p 106) e por conceber o avanço da ciência “como o triunfo da razão sobre a superstição primitiva” (*the triumph of reason over primitive superstition* – KUHN, 1977, p. 148).

não nos tenha conduzido a um resultado categórico, parece-nos bastante plausível a indicação desses pensadores – historicamente consagrados pelas visões que apresentaram – como motivadores irrecusáveis de visões “simplistas” e “superficiais” segundo a perspectiva historiográfica duhemiana. E, nesse sentido, são eles fornecedores de elementos para se pensar a defesa da continuidade da ciência tal como e quando empreendida por Duhem.

1.3.3 Continuidade e descontinuidade?

Na análise da continuidade em Duhem, tão reforçada em suas obras, deparamo-nos, como já visto, com passagens em que são mencionadas revoluções científicas (a de Copérnico, de Newton, de Lavoisier, etc.). Diante de tal quadro, o que se pode questionar é: dada a usual interpretação de antagonismo entre continuísmo e descontinuísmo, como conjugar esses dois lados? Seria possível o entendimento de que, para Duhem, a ciência poderia conjugá-los em seu modo de progredir? Curiosamente encontramos elementos para responder afirmativamente a essa última questão em “Physique du croyant”, um artigo publicado originalmente em 1905, onde Duhem afirma:

O movimento pelo qual a física evolui pode, com efeito, decompor-se em *dois* diferentes movimentos que se sobrepõem sem cessar. Um dos movimentos é uma sequência de alternativas perpétuas. Uma teoria eleva-se, domina um instante a ciência, depois desaba e uma outra a substitui. O outro movimento é um progresso contínuo. Por esse progresso, vemos criar-se no curso do tempo uma representação matemática cada vez mais ampla e mais precisa do mundo inanimado revelado pela experiência (DUHEM, 1989b, p. 464-465; edição brasileira, p. 150, grifo nosso).

Importa-nos compreender melhor o que caracteriza esses “dois movimentos” de progresso da física para Duhem. A citação acima fornece um elemento novo que podemos adicionar na caracterização de seu continuísmo: a relação que estabelece entre continuidade e “uma representação matemática cada vez mais ampla e mais precisa”, o que remete à sua

caracterização do que é uma teoria física: “*um sistema de proposições matemáticas, deduzidas de um pequeno número de princípios que visam representar de forma tão mais simples quanto completa e com a maior exatidão possível, um conjunto de leis experimentais*” (DUHEM, 1989a, p. 24)⁸⁷.

Segundo Duhem, as leis da física são relações simbólicas, enunciadas através da matemática e estão sujeitas a constantes revisões e aperfeiçoamentos. O caráter provisório de uma lei da física é devido ao aspecto de continuidade da ciência física:

O grau de aproximação de uma experiência não é [...] algo fixo; ele cresce à medida que os instrumentos tornam-se mais perfeitos, que as causas de erro são mais rigorosamente evitadas ou que correções mais precisas permitem melhor avaliá-las. À medida que os métodos experimentais progredem, a indeterminação do símbolo abstrato que a experiência física faz corresponder ao fato concreto vai diminuindo [...] (DUHEM, 1989a, p. 260-261).⁸⁸

As leis da física, afirma Duhem, são relações entre símbolos escolhidos para representar a realidade. Entre um símbolo e um fato não pode haver uma paridade completa, uma vez que um símbolo abstrato não pode ser uma representação adequada do fato concreto (DUHEM, 1989a, p. 228). O aumento da precisão de experimentos, os meios de observação possíveis, a acuidade demandada pelas investigações de um físico são fatores que modificam as leis de forma constante. A física, assim compreendida, é uma representação esquemática dos fenômenos observados por meio de suas leis, expressas em linguagem matemática. O trabalho de uma constante busca por leis mais precisas é o que concede o caráter provisório a essas leis e que garante uma tradição contínua na ciência.

⁸⁷ [...] *un système de propositions mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales.*

⁸⁸ *Le degré d'approximation d'une expérience n'est pas [...] quelque chose de fixe ; il croît au fur et à mesure que les instruments deviennent plus parfaits, que les causes d'erreur sont plus strictement évitées, ou que des corrections plus précises permettent de les mieux évaluer. Au fur et à mesure que les méthodes expérimentales progressent, l'indétermination du symbole abstrait que l'expérience de Physique fait correspondre au fait concret va diminuant [...]*

Como vimos, além de um movimento contínuo, Duhem afirma existir outro, que consiste numa “sequência de alternativas perpétuas”, aqui abordada como substituição de teorias e não como revolução. Contudo, se não podemos associar o movimento não contínuo às revoluções, diretamente, veremos que tal associação está presente em sua visão. Vejamos por quê. Na história da ciência, Duhem identifica dois modos pelos quais pode ser compreendido o objetivo de uma teoria física: (1) o de explicação de um grupo de leis estabelecidas pela experiência e (2) o da sumarização e classificação lógica de um grupo de leis experimentais, sem a pretensão de explicar essas leis, isto é, de procurar as causas de um fenômeno (DUHEM, 1989a, p. 3). Quando ele afirma que a física cresce por “dois movimentos” está separando classificação de explicação, sendo essa última tarefa da metafísica, campo no qual é identificada a “sequência de alternativas perpétuas”, explicadas na passagem que segue:

[...] esses efêmeros triunfos, seguidos de súbitas ruínas, que compõem o primeiro desses movimentos, são os sucessos e os reveses que sofrem, via de regra, os diversos físicos mecanicistas, a física newtoniana tanto quanto a cartesiana ou a atomista. Ao contrário, o contínuo progresso que constitui o segundo movimento culminou na termodinâmica geral. Para ela acabaram convergindo todas as tendências legítimas e fecundas das teorias anteriores (DUHEM, 1989b, p. 465; edição brasileira, p. 150-151).

Em alguns dos eventos que Duhem chama de revolução estão presentes os nomes de Descartes e Newton, como veremos ao longo deste trabalho. É manifesto que Duhem apresenta um juízo de valor em relação ao progresso da física. Apesar de admitir a presença de um movimento de progresso não contínuo na física, ele afirma que o progresso contínuo é, por excelência, o modo de crescimento do conhecimento nesse campo. E por quê? Em sua concepção, a análise do progresso da física requer, antes de tudo, a definição exata do papel das teorias físicas – classificar e coordenar leis físicas e não explicar as causas ocultas dos fenômenos – função da metafísica.

A demarcação entre a física e a metafísica importa na averiguação do desenvolvimento científico em Duhem porque, em algumas passagens, ‘revolução’ é o nome empregado por ele à ocasião de quebra das barreiras entre o campo das explicações físicas e o das explicações metafísicas. A passagem mais significativa para explicitar esse ponto é a seguinte:

No fim do século XVI e início do século XVII o espírito humano sofreu uma das maiores revoluções que subverteram o mundo do pensamento. As regras lógicas, traçadas pelo gênio grego, tinham sido aceitas até então com uma inteligente docilidade pelos mestres da Escola, depois com uma estreita servilidade pela escolástica em decadência. Nesse momento, os pensadores a rejeitam; pretendem, então, reformar a lógica [...] Quebram as linhas da demarcação estabelecidas pelos peripatéticos entre os diversos ramos do saber humano; o *distingo*, que servia para delimitar exatamente as questões e para marcar a cada método o campo que lhe é próprio, torna-se um termo ridículo do qual se apodera a comédia. Vê-se, então, desaparecer a velha barreira que separava o estudo dos fenômenos físicos e de suas leis da procura das causas; então, vê-se as teorias físicas tomadas por explicações metafísicas, os sistemas metafísicos procurando estabelecer, por via dedutiva, teorias físicas. (DUHEM, 1987c, p. 104; edição brasileira, p. 54).

Note-se que a referência à revolução aqui é, como aponta Mariconda (1993, p. 152) “valorativa e depreciativa” porque quebra uma tradição na ciência desde Aristóteles: as teorias físicas são tomadas por explicações metafísicas e intenta-se, ainda, deduzir da metafísica uma física. Descartes, à vista de Duhem, teria sido aquele que mais contribuiu para romper a barreira demarcatória entre os dois campos do conhecimento. As teorias mecanicistas deixam de ser comparáveis e concordantes. Duhem (1989a, p. 13) afirma que há “uma forma de crítica que ocorre muito frequentemente quando uma escola cosmológica ataca outra escola: a primeira acusa a segunda de apelar para *causas ocultas*”⁸⁹. Como vimos, essa perspectiva tem levado alguns intérpretes a afirmar que Duhem admite a descontinuidade apenas no terreno da metafísica, embora a caracterização do que ele denomina ‘revolução’, em nosso ponto de vista, não necessite seguir por esse único viés, como tentaremos mostrar no que segue.

⁸⁹ [...] *une forme que prennent, le plus souvent, les reproches adressés par une École cosmologique à une autre École; la première accuse la seconde de faire appel à des causes occultes.*

Importa ressaltar que Duhem, ao afirmar a existência da revolução do século XVII, na passagem acima, não o faz no contexto da história da ciência, em um texto de história da ciência, mas em um texto de filosofia da ciência, sob o ponto de vista epistemológico. As rupturas assinaladas e reconhecidas são devidas ao engano dos cientistas quanto à verdadeira possibilidade de alcance da teoria física. Ao analisar as teorias mecânicas, Duhem sustenta que, apesar de se sucederem numerosas e variadas, não desapareceram sem deixar uma herança rica de ideias novas.

Mas, se os sistemas mecânicos são discordantes e rejeitam um ao outro, como é possível haver aí a ideia de uma evolução? Brenner indica uma maneira de compreender esse ponto na concepção duhemiana, ao afirmar que a “parte descritiva de uma teoria parece resistir melhor à prova do tempo do que o aspecto explicativo” (BRENNER, 1990a, p. 136)⁹⁰. E essa concepção é reiterada nos estudos da filosofia da ciência duhemiana. Mesmo antes de *La théorie physique*, a distinção entre física (o estudo da classificação dos fenômenos) e a metafísica (o estudo explicativo das causas) é ponto já esclarecido e enfatizado.

A extensa passagem citada acima é de texto publicado inicialmente em 1893. É elucidativa, nesse contexto, a afirmação de Brenner de que Duhem, mesmo antes de empreender suas pesquisas sobre a ciência medieval, já tinha modificado a significação tradicional da revolução científica do século XVII (BRENNER, 1992b, p. XV).

Apesar de defender claramente como ilusória a crença de que a explicação metafísica seja a meta da ciência, que o objeto da teoria física corresponde à classificação das leis experimentais sem explicar essas leis, Duhem não nega o sucesso das pesquisas de cientistas cujas descobertas resultam não exatamente da metodologia que considera como sendo a ideal. O reconhecimento de que alguns cientistas defensores do mecanicismo e responsáveis por revoluções deram significativo avanço ao progresso da ciência não é, contudo, algo que aparentemente abale suas convicções quanto ao modo da física progredir continuamente. O fato de que os cientistas que extrapolaram o método físico tenham conseguido realizar muitos feitos não acarreta espanto suficiente para que sua convicção

⁹⁰ [...] *partie descriptive d'une théorie semble mieux résister à l'épreuve du temps que l'aspect explicatif.*

acerca da necessária distinção entre a construção de uma teoria física e a procura por causas ocultas seja anulada. E assim ele se justifica:

Frequentemente a ilusão inflama a atividade humana mais que o claro conhecimento do objeto a perseguir. Seria isso uma razão para confundir a ilusão com a verdade? Admiráveis descobertas geográficas foram feitas por aventureiros que procuravam o país do ouro. Nossas cartas geográficas deveriam então registrar o Eldorado? (DUHEM, 1987c, p. 112; edição brasileira, p. 59).

Duhem assinala que o papel de uma ciência nem sempre é bem compreendido no início de seu desenvolvimento; que, como as crianças, cujo período de maior aprendizado se confunde com o de sua ingenuidade, quando elas não conhecem ainda o meio pelo qual aprendem o objetivo de seu conhecimento, a física pôde progredir ainda que seu objetivo tenha sido mal compreendido. A percepção do papel meramente simbólico das teorias físicas conduz à independência das doutrinas metafísicas. A história da ciência — atesta Duhem — mostra como as doutrinas mecanicistas decaíam (em sua época) enquanto se vislumbrava o desenvolvimento crescente das teorias puramente físicas (DUHEM, 1987e, p. 25-26. edição brasileira, p. 28). O aperfeiçoamento da linguagem matemática tornou possível tratar a teoria física como independente da metafísica. A seu ver, poucas partes da ciência da natureza (com exceção da astronomia) tinham desenvolvido, até o século XVII, uma linguagem matemática aperfeiçoada, que permitisse exprimir as leis descobertas por experiências precisas; não haviam se separado do estudo metafísico do mundo material (DUHEM, 1990, p. 1-2; edição brasileira, p. 5). Quando a ciência física se torna teórica, ou seja, matemática, pode-se perceber o seu verdadeiro papel: classificar leis e não explicar a razão de ser dessas leis. Duhem deixa transparecer que sua concepção metodológica é decorrente do desenvolvimento da ciência. De outra parte, podemos afirmar que a história duhemiana é pautada por considerações metodológicas. Há, entre a história e a filosofia duhemianas, uma constante inter-relação. Entretanto, não nos parece defensável que o conceito ‘revolução’, empregado por ele em seus estudos históricos, esteja necessariamente subjugado à tese demarcatória.

Pode-se observar que, nos artigos de Duhem dedicados à filosofia da ciência, escritos entre 1892 e 1896, a ideia de continuidade se faz presente, mas aparentemente não

tão clara e explícita como em *La théorie physique, son object, sa structure*, obra dedicada também à filosofia da ciência, publicada em 1906. Conforme já mencionado, a identificação de uma tradição contínua do saber por meio da investigação do progresso científico em suas diversas etapas sucessivas (tal como a empreendida em *Études sur Léonard de Vinci*) conduz Duhem a negar veementemente, também em *La théorie physique*, a possibilidade da criação repentina de uma teoria física de uma única vez:

[...] a história nos mostra que nenhuma teoria física jamais foi criada completamente. A formação de qualquer teoria física sempre derivou de uma série de retoques que, a partir dos primeiros esboços quase disformes, tem gradualmente conduzido o sistema aos estados mais avançados [...] Uma teoria física não é um produto repentino de uma criação; é o resultado vagaroso e progressivo de uma evolução (DUHEM, 1989a, p. 337).⁹¹

Segue-se a essa passagem uma extensa exposição histórica na qual Duhem procura mostrar que a teoria da gravitação de Newton não é como pode parecer, de início, ao leigo: não é um exemplo de ocasião em que uma fada tocou com sua vareta mágica a fronte de um homem de gênio, fazendo com que a teoria imediatamente surgisse, viva e completa (DUHEM, 1989a, p. 337-384), mas sim o florescer de um germe encontrado já entre os sistemas da ciência grega, passando por vários estágios em seu processo evolutivo. A defesa da continuidade no progresso científico, apoiada na recusa de criações súbitas, tal como indicada na passagem citada, é que nos permite a identificação de ‘revolução’ com a ocorrência de uma grande descoberta científica, com o surgimento de um conhecimento que não existia anteriormente⁹².

Nesse sentido, a ênfase de Duhem na continuidade da ciência visa recusar a ideia de que os revolucionários do século XVII elaboraram suas teorias sem quaisquer pontos de partida anteriores, sem nenhum pressuposto teórico antecedente. Em seu ponto de

⁹¹[...] *l’histoire nous montre-t-elle qu’aucune théorie physique n’a jamais été créée de toutes pièces. La formation de toute théorie physique a toujours procédé par une suite de retouches qui, graduellement, à partir des premières ébauches presque informes, ont conduit le système à des états plus achevés; et, en chacune de ces retouches, la libre initiative du physicien a été conseillée, soutenue, guidée, parfois impérieusement commandée par les circonstances les plus diverses, par les opinions des hommes comme par les enseignements des faits. Une théorie physique n’est point le produit soudain d’une création; elle est le résultat lent et progressif d’une évolution.*

⁹² Russo (1984, pp. 100-101) discute essa concepção como sendo uma das empregadas na história da ciência.

vista, é o historiador de visão simplista e superficial que celebra somente os gigantes da ciência, e a descontinuidade no desenvolvimento científico é resultante dessa visão superficial. Segundo Duhem, o progresso científico era, em sua época, frequentemente comparado a uma maré montante. Quando aplicada à teoria física, a comparação lhe parece bastante apropriada se investigada em maiores detalhes:

Aquele que lança um olhar rápido sobre as ondas que invadem uma praia não vê a maré subir; ele vê uma onda se erguer, correr, se arrebentar, cobrir uma faixa de areia e, em seguida, se retirar, deixando seca a terra que parecia ter conquistado; uma nova onda segue, algumas vezes indo um pouco mais longe que a anterior, algumas vezes, nem alcançando o cascalho que aquela molhou. Mas, sob esse movimento superficial de vai-e-vem, um outro movimento se produz, mais profundo, mais lento, imperceptível ao observador casual, movimento progressivo produzido sempre no mesmo sentido, e pelo qual o mar se levanta sem cessar. O vai-e-vem das ondas é imagem fiel dessas tentativas de explicação que se levantam somente para desmoronar, que avançam somente para recuar. Por debaixo, processa-se o progresso lento e constante da classificação natural, cujo fluxo conquista continuamente novos territórios e assegura a continuidade de uma tradição às doutrinas físicas (DUHEM, 1989a, p. 53).⁹³

A imagem evocada aqui – a mesma empregada em “Physique du croyant” – novamente evidencia um movimento gradual da evolução científica identificado como uma classificação natural e um movimento mais acelerado, associado às “tentativas de explicação”. Essa comparação é também evocada pelos intérpretes de Duhem para a afirmação de que ele admite revoluções somente no campo da metafísica. Dessa forma, a demarcação entre física e metafísica permitiria a abordagem de um continuísmo e de um descontinuísmo em sua obra, sendo que, em muitos casos, continuidade é identificada com acumulação, conforme indicaremos oportunamente.

⁹³ *Celui qui jette un regard de courte durée sur les flots qui assaillent une grève ne voit pas la marée monter; il voit une lame se dresser, courir, déferler, couvrir une étroite bande de sable, puis se retirer en laissant à sec le terrain qui avait paru conquis; une nouvelle lame la suit, qui parfois va un peu plus loin que la précédente, parfois aussi n'atteint même pas le caillou que celle-ci avait mouillé. Mais sous ce mouvement superficiel de va-et-vient, un autre mouvement se produit, plus profond, plus lent, imperceptible à l'observateur d'un instant, mouvement progressif qui se poursuit toujours dans le même sens, et par lequel la mer monte sans cesse. Le va-et-vient des lames est l'image fidèle de ces tentatives d'explication qui ne s'élèvent que pour s'écrouler, qui ne s'avancent que pour reculer; au dessous, se poursuit le progrès lent et constant de la classification naturelle dont le flux conquiert sans cesse de nouveaux territoires, et qui assure aux doctrines physiques la continuité d'une tradition.*

Para Duhem, a história da ciência que celebra apenas as grandes descobertas é fruto de uma observação descuidada, já que o movimento progressivo está ocultado pelas “tentativas de explicação [...] que avançam somente para recuar”. A comparação do progresso da ciência com os dois movimentos da água marítima, que aparece em outras obras de Duhem⁹⁴, sempre é associada à afirmação da continuidade, sem a negação de disputas entre escolas teóricas e da crescente complexidade das teorias. Não é porque ele acusa historiadores de só ver descontinuidades, que a sua posição deva ser vista como a de quem as nega. E, nessa análise, é importante lembrar que a citação mencionada acima se insere em um contexto no qual Duhem chama a atenção para a continuidade da tradição, negando uma vez mais os nascimentos súbitos de teorias científicas. Há de ser lembrado ainda que a passagem citada é de obra dedicada à explicitação da meta da teoria física em *La théorie physique*, um texto de filosofia da ciência.

Não nos parece que Duhem procure, em suas narrativas históricas, separar a evolução da ciência em suas partes representativa e explicativa. A comparação da evolução da ciência com a maré montante é possível a Duhem justamente porque a ciência progride por dois movimentos. Sua ênfase na continuidade se presta à crítica daquele que só vê as ondas altas e não deve ser compreendida como defesa de que só o movimento contínuo das águas deva ser considerado. Quem bem observar a evolução da ciência pode ver os dois movimentos, como quem bem observa o mar. Ao identificar a continuidade, ao assinalar que os medievais contribuíram para o desenvolvimento da ciência, Duhem não menospreza a ciência da Renascença, a qual ele reconhece, em muitas passagens de sua obra, como um momento importante para o desenvolvimento da ciência. Não há, de sua parte, uma predileção pela ciência medieval em detrimento da ciência renascentista. O que há é uma negação da ideia de que “a ciência mecânica e a física, de que se orgulham *com razão* os tempos modernos” (DUHEM, 1905, p. IV, grifos nossos) nasceu repentinamente, destituída de qualquer esboço ou contribuição anterior, sem o trabalho de predecessores.

À primeira vista, Duhem poderia ser apontado como o historiador que diminui a figura dos gigantes da ciência, que acaba com a imagem do ‘gigante Leonardo’,

⁹⁴ Ver, por exemplo, o fim da conclusão de *Le mouvement relatif et le mouvement absolu* (DUHEM, 1909, p. 281).

transformando-o em um pigmeu. Mas, isso não é efetivamente o que acontece. Como temos argumentado, ao mesmo tempo em que apresenta indícios para justificar aqueles que seriam os precursores de Leonardo, ao investigar “aqueles que o leram”, Duhem busca, ainda, mostrar como o grande “gênio” teria sido um precursor de muitas ideias atribuídas a outros cientistas que copiaram, plagiaram seus manuscritos sem lhe conferir os devidos créditos.

Em sua comparação entre o progresso da ciência e o movimento das águas, Leonardo foi causador de uma “torrente impetuosa” (*torrent impétueux*; DUHEM, 1906, p. 282). Na história da ciência duhemiana, Newton, Galileu, Copérnico, Descartes, Lavoisier, entre outros, são vistos como homens que modificaram significativamente o curso das águas do saber humano. Não há subestimação da importância de suas contribuições. Duhem apenas nega a visão de que eles tenham criado suas teorias repentinamente, de uma só vez, sem se valerem de contribuições anteriores. Se ‘revolução’ for entendida como a ocasião de uma mudança drástica e repentina na ciência, como o surgimento de uma nova teoria a partir do nada, não resta dúvida de que Duhem nega revoluções em ciência.

Agora, como temos visto, ele não emprega ‘revolução’ somente nesse sentido, o que, de certa maneira, dificulta a interpretação de sua visão. Mesmo entre os estudiosos que se debruçaram com mais afinco sobre sua obra, as noções de revolução e de continuidade não são abordadas, de modo a abarcar os diferentes contextos em que Duhem emprega essas noções e, conseqüentemente, a dar conta da complexidade de suas análises sobre o desenvolvimento da ciência. A fim de explicitar esse aspecto, bem como na tentativa de lançar luzes na análise que empreendemos, passamos a investigar os trabalhos de seus estudiosos mais conhecidos no que toca diretamente ao nosso tema.

1.3.4 O continuismo encontrado em alguns textos da literatura específica sobre Duhem

Ao que parece, Armand Lowinger é o autor do primeiro livro sobre Duhem publicado fora da França: *The Methodology of Pierre Duhem*⁹⁵. Essa informação é a do

⁹⁵ A julgar pelas indicações de outros intérpretes de Duhem e pelas próprias indicações bibliográficas de Lowinger (1941), podemos dizer que a obra deste pode ser colocada entre os primeiros trabalhos mais detalhados sobre Duhem.

próprio Lowinger que, numa nota prefacial, chama a atenção para a importância do estudo da física e da história da ciência de Duhem, que a seu ver, se equipara à importância de sua metodologia. Publicada em 1941, a obra, evidentemente, antecede a controvérsia do antagonismo entre continuidade e descontinuidade nos estudos históricos e filosóficos sobre o desenvolvimento científico que passaria a ter Duhem como um personagem privilegiado. Nesse sentido, essa obra, uma fonte de pesquisa para questões relativas à metodologia da ciência duhemiana, não configura uma fonte direta e específica ao problema da continuidade por nós investigado. Contudo, esse problema, bem como todas as questões envolvidas em seu tratamento, pode ser investigado em diversos estudos que surgiram acerca da obra duhemiana, sobretudo após os anos 80. Apresentamos, a seguir, algumas considerações que tocam diretamente à discussão até agora empreendida.

Dentre aqueles que apresentam estudos sobre a obra duhemiana, Roberto Maiocchi é o que discute mais explicitamente o continuísmo. Em *Chimica e filosofia* (1985), ele defende uma ideia contrária à difundida por muitos críticos de Duhem: a de que este teria sido o criador da tese da continuidade. No início da seção que tem por título “o continuísmo” (parte do capítulo dedicado à análise da história da ciência duhemiana) ele afirma:

Uma primeira consideração que, creio, vale a pena ser feita, se nenhum outro nunca a fez, é a de que o continuísmo da história da ciência não foi um “achado” de Duhem. Quando se critica a visão continuísta da história da ciência é sempre e somente Duhem a ser colocado sob a acusação e coloca-se em relevo como se esse continuísmo fosse direcionado a objetivos apologéticos e reacionários. Também o juízo que se dá de um historiador vem historicizado: fazer do continuísmo histórico uma criatura de Duhem obscurece completamente qual era o ambiente cultural no qual tal ideia surgiu e se desenvolveu (MAIOCCHI, 1985, p. 277).⁹⁶

Segundo esse autor, a visão de que a ciência cresce gradualmente era comum na historiografia positivista e fazia parte do contexto de Duhem desde seus primeiros escritos.

⁹⁶ *Una prima considerazione che credo valga la pena di essere fatta, se non altro in quanto non viene fatta mai, è che il continuismo non fu una «trovata» di Duhem. Quando si critica la visione continuista della storia della scienza è sempre e solo Duhem ad essere messo sotto accusa e si mette in rilievo come questo continuismo fosse finalizzato a obiettivi apologetici e «reazionari». Anche il giudizio che si dà di uno storico va storicizzato: fare del continuismo storico una creatura di Duhem oscura completamente quello che era l'ambiente culturale in cui tale idea si è posta ed è maturata.*

Maiocchi indica várias obras de historiadores também continuístas contemporâneos de Duhem – Wurtz, Berthelot, Paul Tannery, entre outros – e cita algumas pequenas passagens dessas obras, mostrando como a noção de continuidade era pensada por esses autores e estava associada à de uma evolução natural. A semelhança entre essas passagens é bastante significativa. Tome-se como exemplo a de Foveau de Courmelles (apud MAIOCCHI, 1985, p. 278): “O progresso é como a natureza, não dá saltos, segue segura e lentamente. A descoberta que nos parece fulgurante e instantânea não é mais que o resultado real de esforços longos e pacientes de milhares de pesquisadores”⁹⁷.

Maiocchi argumenta ainda que a noção de continuidade da ciência se manteve como um elemento difundido no debate convencionalista e afirma a proximidade entre Duhem e Poincaré no que diz respeito a essa noção em seus trabalhos reflexivos sobre a ciência. Além disso, lembra que outros historiadores não franceses da época, como Wohwill e Sarton foram também continuístas (MAIOCCHI, 1985, pp. 277-279). E, ainda que reconheça que a obra historiográfica duhemiana tivesse uma finalidade apologética, que o continuísmo era uma tese para demonstrar como cada passo ocorre em função de “um plano preordenado” (*piano preordinato*), Maiocchi (1985, p. 260) insiste que o continuísmo duhemiano não foi desenvolvido a partir de uma apologética pré-constituída. O que se pode afirmar, no máximo, é que Duhem encontrou um terreno propício para apresentar uma. Nesse terreno, segundo Maiocchi (1985, p. 280), é possível observar a posição contraditória dos historiadores positivistas que conjugavam a visão continuísta com a exaltação da revolução galileana (MAIOCCHI, 1985, p. 280). O próprio Duhem não ficaria imune a essa contradição já que, em 1896, partilhava do julgamento rigoroso dos positivistas em relação à Idade Média.

Na avaliação das críticas voltadas ao trabalho historiográfico de Duhem, Maiocchi não aponta somente para o mal entendido quanto à origem da tese continuísta, mas também para importantes aspectos a ela relacionados. Ele considera, por exemplo, inaceitável a crítica que acusa Duhem de ter desenraizado os precursores de seus contextos históricos, como aquela apresentada por Canguilhem, para quem precursor

⁹⁷*Il progresso è come la natura, non fa salti, va sicuramente e lentamente. La tale scoperta, che a noi pare folgorante e momentanea non è che il risultato reale di lunghi e pazienti sforzi di migliaia di ricercatori.*

é um pensador que o historiador crê poder extrair de seu contexto cultural para inseri-lo em outro, o que equivale considerar os conceitos, os discursos ou os gestos especulativos ou experimentais como passíveis de serem deslocados e recolocados em um espaço intelectual, no qual a reversibilidade das relações é obtida, esquecendo-se do aspecto histórico do objeto de que se trata (CANGUILHEM apud MAIOCCHI, 1985, p. 281).⁹⁸

Embora admita que a análise crítica de Canguilhem possa ser, em algum grau, aplicada à história da ciência duhemiana, Maiocchi a restringe apenas em relação ao tratamento de alguns estudos, nos quais Duhem teria abordado personagens menores da história da ciência associando-os imediatamente a ideias muito superiores. E aqui, sua atitude é compreensiva:

Mas, qual historiador, mesmo o mais descontinuista, não cede à tentação de utilizar um documento particularmente significativo a seus olhos, ainda que não conheça, ou que não lhe interesse conhecer, ou que não possa conhecer a concepção cultural complexa de tal documento? Duhem, em suas obras, tratou de centenas de autores e seria absurdo que tivesse deixado um quadro completo e sistemático de cada um deles (MAIOCCHI, 1985, p. 281).⁹⁹

Maiocchi defende a necessidade de reconhecer que Duhem se esforça por reconstruir muitas personalidades que se revelaram significativas para a história da ciência, buscando explicitar seus contextos culturais sem exagero. Em sua visão, Duhem pode ser criticado mais por não ter oferecido uma análise de Galileu mais acurada, de modo a reconhecer a grandiosidade desse cientista, do que por ter apresentado os estudos sobre os precursores que apresentou, ou seja, por sua leitura da ciência medieval.

Em defesa de Duhem, Maiocchi se volta ainda contra a crítica de Agassi, para quem o maior problema com o continuísmo duhemiano seria o da pressuposição de uma

⁹⁸ [...] è un pensatore che lo storico crede di poter estrarre dal suo inquadramento culturale per inserirlo in un altro, ciò che equivale a considerare dei concetti, dei discorsi o dei gesti speculativi o sperimentali come passibili di essere spostati e ricollocati in uno spazio intellettuale in cui la reversibilità delle relazioni è ottenuta dimenticando l'aspetto storico dell'oggetto di cui si tratta.

⁹⁹ Ma quale storico, anche il più discontinuista, non cede alla tentazione di utilizzare un documento ai suoi occhi particolarmente significativo anche se non conosce, o non gli interessa conoscere, o non può conoscere, la concezione culturale complessiva dell'autore di tale documento? Duhem nelle sue opere ha trattato centinaia di autori e sarebbe assurdo che di ognuno di essi ci avesse lasciato un quadro completo e sistematico.

técnica para gerar continuidade, o que resultou em insinuações de muitas ideias, sem a devida exploração e explicitação. Sob esse ponto de vista, Duhem teria sido desonesto em suas investigações históricas. Uma outra visão recusada pelo estudioso diz respeito à suposta interpretação de que o continuismo elimina todo contraste e toda dialética na ciência, uma visão atribuída a Bachelard. De um modo geral, a discussão de Maiocchi acerca do continuismo é muito mais uma defesa de Duhem, que, em sua visão, sofre críticas injustas, do que uma análise da obra duhemiana com o intuito de caracterizar o que pode ser entendido por continuismo. A passagem que segue é exemplo do teor defensivo do texto:

Não me parece, portanto, que o continuismo duhemiano seja devido principalmente a alguma carência de fundo simplesmente historiográfica, nem ao desconhecimento da influência da metafísica sobre a ciência, nem à falta de consideração do contexto histórico, nem ao tratamento “desonesto” dos documentos, nem à tentativa de fazer uma história sem contradições. [...] Duhem não foi um continuista porque foi desatento à metafísica ou ao contexto histórico, ou à discussão, ou graças a uma metodologia enganosa, mas simplesmente porque se convenceu acerca da verdade do modelo continuista antes de compor sua grande obra histórica (MAIOCCHI, 1985, p. 288).¹⁰⁰

Note-se que a defesa de Maiocchi é ampla e pode ser relacionada, se não a todas, ao menos a boa parte das críticas dirigidas a Duhem mencionadas neste trabalho. Consideramos de grande valia a análise do contexto histórico que ele apresenta para rebater a visão de um Duhem radical a exagerar em sua narrativa histórica por razões apologéticas. Consideramos ainda bastante pertinente sua afirmação de que toda a crítica ao trabalho histórico de Duhem está focada sempre na relação entre a física medieval e galileana, uma crítica presente na obra de Koyré, que é sempre retomada e refeita por outros críticos. Aí Maiocchi (1985, p. 280) identifica a origem da controvérsia acerca do continuismo duhemiano, sempre associada a um argumento apologético e que não se estende a outros

¹⁰⁰ *A me non pare, dunque, che il continuismo duhemiano sia riconducibile principalmente a qualche carenza di fondo schiettamente storiografica, né al misconoscimento dell'influenza della metafisica sulla scienza, né alla mancata considerazione del contesto storico, né alla trattazione «disonesta» dei documenti, né al tentativo di fare una storia priva di contraddizioni. [...] Duhem non fu continuista perché disattento verso la metafisica, o il contesto storico, o la discussione, o in grazia di una metodologia subdola, ma semplicemente perché si convinse della verità del modello continuista prima di accingersi a comporre le proprie grandi opere storiche.*

problemas históricos, sobre os quais Duhem aplica o mesmo esquema continuísta. A nós, isso parece explicar por que *Études sur Léonard de Vinci* e *Salvar os fenômenos* sejam alvos privilegiados dos críticos da continuidade. Na verdade, o problema não recai tanto sobre a preferência dos críticos por essas obras, mas muito mais pela radicalização de um continuísmo somente a partir delas ou de partes da obra duhemiana a focar a problemática da inauguração da ciência moderna.

Das possíveis críticas que podem ser dirigidas à visão continuísta de Duhem, Maiocchi afirma que somente uma se mantém: o seu apego a um modelo da mutação científica pré-constituído. Ao identificar a continuidade, no estudo da mecânica química oitocentista, Duhem a teria adotado como um método investigativo. A partir daí, buscou adaptá-lo a diversas circunstâncias e, para dar conta de explicar eventos que se diferenciavam da evolução lenta e gradual em sua história, teria se valido da introdução de hipóteses *ad hoc*. Assim, por exemplo, segundo Maiocchi (1985, p. 289), ele analisou o desenvolvimento rápido da teoria de Ampère, com a introdução da ideia de uma continuidade lenta “condensada”.

Ao se deter nas críticas imputadas ao continuísmo, Maiocchi assume, geralmente, a visão usual acerca do continuísmo entendido como o modo da ciência progredir gradualmente, sem a ocorrência de mudanças drásticas. É por isso que, se, por um lado, sua análise apresenta alguns elementos novos e bem-vindos em nossa reflexão, por outro lado, ela frustra nossa expectativa inicial de encontrar, em seu texto, uma caracterização mais esclarecedora de continuísmo em Duhem. Uma consideração mais reflexiva que apresenta é a que segue:

É claro que, admitindo que o desenvolvimento lento e gradual possa se “condensar” e “concentrar”, e mais, que possa permanecer “desconhecido para sempre”, o continuísmo é colocado acima de qualquer dúvida. Mas é muito claro que, como categoria historiográfica, ele se torna destituído de valor explicativo e heurístico. Uma coisa, de fato, é postular o continuísmo em relação a pensadores distantes entre si decênios ou séculos, e outra é entender continuísmo como alternativa à fulguração, nascimento imprevisto de uma teoria já completa na mente do pesquisador. Neste segundo sentido, evidentemente, o continuísmo é uma verdade, mas uma verdade banal, porque ninguém jamais sonharia sustentar que uma teoria qualquer nasceu completa, apresentando-se “de uma só vez” na mente de um cientista. Colocada, nesses termos, a

oposição descontinuoismo-continuoismo, isto é, nos termos de nascimento imprevisto de uma teoria inteira ou lento progresso, é privada de qualquer valor para o estudo da história e está destinada a pender, de certa forma, em favor do continuoismo (MAIOCCHI, 1985, pp. 289-290).¹⁰¹

A visão de continuoismo que Maiocchi considera como sendo uma verdade banal é aparente na obra de Stanley Jaki, *Uneasy Genius: the Life and Work of Pierre Duhem* (1987). Jaki explora a continuidade da história da ciência em Duhem, citando, sobretudo os estudos sobre Leonardo da Vinci e, nesse sentido, enfatiza a recusa duhemiana da existência de nascimentos súbitos e repentinos de teorias. As descobertas de vínculos entre Leonardo e seus predecessores selariam a ideia de continuidade que, por sua vez, desacreditava a história da renascença científica. Segundo Jaki (1987, p. 383), a continuidade é a essência da visão histórica de Duhem, caracterizada pelo que é comum a toda vida: o nascimento e os esforços pelo lento desenvolvimento.

As menções acerca do nascimento da ciência moderna, segundo Jaki (1987, p. 394), são colocadas em evidência por Duhem pela importância que esse atribuiu, “não tanto a uma mera data, mas à questão do nascimento vivo, a pré-condição fundamental de toda continuidade, incluindo a continuidade do crescimento, seja ele biológico ou intelectual”¹⁰². Essa consideração de Jaki nos remete à expressão duhemiana “lei da continuidade” e a tantas afirmações acerca da identificação dos ‘germes’ de grandes doutrinas. Ao buscar identificar na história da ciência os nascimentos de noções, teorias, Duhem não estaria recusando o trabalho dos grandes gênios, tampouco retirando destes o mérito pelo trabalho que realizaram, mas sim, buscando desmistificar o ideário tão difundido acerca de criações

¹⁰¹ È chiaro che, ammettendo che lo sviluppo lento e graduale si possa “condensare” e “concentrare” e, per di più, possa rimanere “sconosciuto per sempre”, il continuoismo è posto al di sopra di ogni possibile smentita. Ma è altrettanto chiaro che, come categoria storiografica, esso sia divenuto privo di valore esplicativo e euristico. Una cosa, infatti, è affermare il continuoismo relativamente a pensatori distanti tra di loro decenni o secoli, e cosa ben diversa è intendere continuoismo come alternativa a folgorazione, nascita improvvisa di una teoria già compiuta nella mente di un ricercatore. In questo secondo senso, evidentemente, il continuoismo è una verità, ma verità banale, perché nessuno mai si sognerebbe di sostenere che una qualsiasi teoria è nata compiuta, presentandosi “tutt’ad un tratto” nella mente di uno scienziato. Posta in questi termini, l’alternativa discontinuoismo-continuoismo, cioè nei termini nascita improvvisa di un’intera teoria o lento progresso, è de tutto priva di un qualche valore per lo studio della storia ed è destinata a risolversi, scontatamente, in favore del continuoismo.

¹⁰² [...] not so much to a mere date but to the question of live birth, the fundamental precondition of all continuity, including the continuity of growth, be it biological or intellectual.

ex nihilo. Essa é a visão de Jaki (1987, p. 389), para quem a continuidade duhemiana não exclui o papel dos grandes gênios¹⁰³.

Vale a pena ainda lembrar as menções de Jaki (1987, p. 389) às críticas duhemianas dirigidas à visão de Descartes como o criador de doutrinas imprevistas, sem liames com o desenvolvimento da ciência. Isso também contribui, a nosso ver, para a identificação do continuísmo de Duhem como afirmação da necessária deferência à tradição, em uma história da ciência mais justa e menos desfigurada.

Um ponto a ser anotado com relação às análises de Jaki e de Maiocchi acerca do continuísmo em Duhem é que essas são feitas sem a contraposição com a visão descontinuísta kuhniana, embora o nome de Kuhn apareça citado em outros contextos de suas obras. Assim, a caracterização do crescimento contínuo da ciência em Duhem não aparece explicitamente associada à recusa de revoluções. Essa indicação toma significância na medida em que o antagonismo entre Duhem e Kuhn tem seu lugar na caracterização do continuísmo em outros estudiosos duhemianos. É o caso, por exemplo, de Brenner que afirma:

Todos os autores do pós-positivismo, de uma maneira ou outra, aceitam a ideia de um desenvolvimento descontínuo da ciência. E mais: nenhum deles hesita em empregar o termo revolução científica, que implica, claramente, uma ruptura radical e geral. Uma revolução científica é justamente a substituição de uma tradição de pesquisa por outra. É, pois, um descontinuísmo forte que é levado adiante. Isso é particularmente manifesto no caso de Kuhn [...] cuja concepção foi elaborada a partir de uma análise atenta de alguns casos de revolução científica (BRENNER, 1992a, p. 395).¹⁰⁴

Essa oposição entre Duhem e os pós-positivistas é salientada: “Entre Duhem e o pós-positivismo, uma diferença mais profunda pode ser assinalada. Se os pós-positivistas apresentam um descontinuísmo radical, Duhem adota um continuísmo estrito”

¹⁰³ Jaki lembra aí a consideração duhemiana de que Leonardo da Vinci foi uma “tempestuosa torrente” na história da ciência.

¹⁰⁴ *Tous les auteurs du post-positivisme, d'une manière ou d'une autre, acceptent l'idée d'un développement discontinu de la science. Il y a plus: aucun d'eux n'hésite à employer le terme de révolution scientifique, qui implique, en clair, une coupure radicale et générale. Une révolution scientifique est justement le remplacement d'une tradition de recherche par une autre. C'est donc un discontinuisme fort qui est mis en avant. Ceci est particulièrement manifeste dans le cas de Kuhn, [...] dont la conception a été élaborée à partir d'une analyse attentive de quelques cas de révolution scientifique.*

(BRENNER, 1992a, p. 400)¹⁰⁵. Considerações similares a essa são encontradas em Ariew e Barker (1990, p. 180) que veem, em Kuhn, um exemplo representante da visão descontinuísta, oposta a de Duhem.

Como veremos, embora a visão desses intérpretes tenda a uma caracterização de continuidade como a negação de revolução no sentido kuhniano, as considerações que traçam sobre o desenvolvimento científico em Duhem representam uma tentativa de explicitar e, em alguns casos, defender a posição do ‘continuista’. De modo geral, a abordagem da tese da continuidade entre os estudiosos de Duhem não destoa muito daquelas já mencionadas no início deste trabalho e se apresenta com grau de importância diverso em seus trabalhos.

Brouzeng, por exemplo, apesar de dedicar o sétimo capítulo de seu livro *Duhem: Science et providence* (1987) ao trabalho histórico de Duhem, não discute diretamente a questão da continuidade. Não fosse pelo curto prefácio de Pacault, o leitor desse livro não teria contato com o tema. É interessante observar como a consideração aí apresentada é a comumente difundida pelos críticos de Duhem (embora, nesse contexto, o teor não seja exatamente o de crítica):

Pierre Duhem foi um defensor da continuidade na ciência e toda sua obra é uma refutação das teses de rupturas, de catástrofes e de revoluções. Ele herdou esse conservadorismo quase dogmático do meio familiar, religioso, social e político de seus anos de juventude e o manteve reto e direcionado como uma flecha (PACAULT, 1987, p. 5).¹⁰⁶

Continuidade, mais uma vez, aparece aqui como negação categórica de revoluções e como resultado de uma visão guiada ideologicamente. Maurice Boudot (1990, p. 9) afirma que Duhem, defendendo uma posição que mais tarde se denominaria ‘continuismo’, negou as mudanças brutais na ciência conhecidas hoje por rupturas ou revoluções. Aqui algumas questões são pertinentes: como conjugar a visão de que Duhem

¹⁰⁵ *Entre Duhem et le post-positivisme, une différence plus profonde peut être signalée. Si les post-positivistes nous présentent un discontinuisme radical, Duhem adopte un continuisme strict.*

¹⁰⁶ *Pierre Duhem fut un défenseur de la continuité en sciences et toute son oeuvre est une réfutation des thèses de ruptures, de catastrophes et de révolutions. Il hérita ce conservantisme presque dogmatique de l'environnement familial, religieux, social et politique de ses jeunes années et le maintint droit et tendu comme une flèche.*

nega revoluções e rupturas com aquelas afirmações citadas acima em que o mesmo fala de revoluções. Em que sentido, afinal, Duhem emprega ‘revolução’? Em que sentido Duhem nega revoluções? Para essas questões, considerações de alguns intérpretes importam em nossa investigação.

Na concepção de Brenner, a recusa de revoluções da parte de Duhem toma lugar na medida em que ele esteve preso à ideia clássica de revolução científica como uma mudança brusca e radical a instaurar um método definitivo (BRENNER, 1992a, p. 401)¹⁰⁷. E, se Duhem continua a empregar o termo ‘revolução’, defendendo uma concepção continuísta para o progresso da ciência, é porque esvaziou essa expressão de sua substância (BRENNER, 1997, p. LV). Ao elaborar uma nova concepção de evolução científica, Duhem reage, segundo Brenner (1990a, p.168; 1997, p. LV), contra toda uma tradição de entendimento do conceito ‘revolução’: não se trata de uma mudança súbita, como em Kant, de uma mudança metodológica, como em Laplace, nem uma revolução intelectual como em Comte.

O foco da análise de Brenner parece, contudo, às vezes, recair somente sobre a revolução do século XVII e, nesse sentido, ‘revolução’ fica subentendida como a passagem da ciência medieval para a ciência moderna. Isso se evidencia quando, tão logo discute o conceito de revolução, ele afirma: “O nascimento da ciência moderna, segundo Duhem, é a substituição gradual e parte por parte da visão aristotélica do mundo por um novo sistema do mundo” (BRENNER, 1997, p. LV). No entendimento de Brenner, Duhem defendeu que essa substituição teria ocorrido no século XIV, com a revolução provocada pelo trabalho de Jean Buridan. Ele cita passagem de Duhem abaixo transcrita:

Jean Buridan teve a inacreditável audácia de dizer: os movimentos dos céus estão submetidos às mesmas leis que os movimentos das coisas daqui de baixo. A causa que mantém as revoluções dos orbes celestes é igual àquela que mantém a rotação da mó do ferreiro. Existe uma Mecânica única pela qual são regidas todas as coisas criadas, tanto o orbe do sol como o pião que uma criança faz girar. Jamais, talvez, no domínio

¹⁰⁷ Sobre a concepção de revolução duhemiana como mudança brusca e repentina, herdada da visão clássica, ver ainda Brenner, 1990a, p. 232 e 1990b, p. 196.

da ciência física existiu uma revolução tão profunda, tão fecunda como aquela (DUHEM apud BRENNER, 1990a, p. 196).¹⁰⁸

O trecho acima é discutido por Brenner como aquele que marca a concepção duhemiana de que a ciência moderna nasceu no século XIV. Ao defender essa posição, Duhem teria alterado profundamente o conceito clássico de revolução. E aqui a análise da história da ciência interessa a Brenner, que passa a discutir criticamente a interpretação duhemiana. Seguindo argumentações de Anneliese Maier e Clavelin, afirma que os argumentos de Duhem – no que tocam à teoria do ímpeto¹⁰⁹ – “não bastam para demonstrar uma continuidade conceitual entre a ciência medieval e a ciência moderna” (BRENNER, 1990a, p. 199)¹¹⁰. Face a esta afirmação de Brenner, algumas considerações são pertinentes para a análise que ele apresenta da continuidade: (1) a discordância da interpretação histórica de Duhem; (2) a ênfase na continuidade entre ciência medieval e moderna e (3) a continuidade conceitual. Com relação a (1), menos do que os argumentos históricos de Brenner, interessa-nos a recusa da continuidade entre ciência medieval e moderna, a qual se contrapõe à defesa de uma revolução no século XVII, o que já pressupõe a consideração (2). Ainda que admita que Duhem alterou o conceito de revolução, Brenner está considerando a tese duhemiana de que uma revolução teria ocorrido no século XIV. Ou, de outra forma: admitindo que Duhem defenda que a ciência moderna tenha nascido no século XIV, Brenner admite uma ruptura com a ciência anterior. Nesse caso, vale a consideração de Ariew e Barker (1992, p. 332), de que a admissão de uma ruptura é “uma visão seguramente estranha para se atribuir ao criador da tese da continuidade”. Com relação a (3), há uma indicação de uma via investigativa da ideia da continuidade em Duhem: o campo dos conceitos científicos. Parece ser essa via a adotada por Brenner para sua análise da continuidade.

¹⁰⁸ *Jean Buridan a eu l'incroyable audace de dire: Les mouvements des Cieux sont soumis aux mêmes lois que les mouvements des choses d'ici-bas; la cause qui entretient les révolutions des orbés célestes est aussi celle qui maintient la rotation de la meule du forgeron; il y a une Mécanique unique par laquelle sont régies toutes les choses créées, l'orbe du Soleil comme le toton qu'un enfant fait tourner. Jamais, peut-être, dans domaine de la Science physique, il n'y eut une révolution aussi profonde, aussi féconde que celle-là.*

¹⁰⁹ Brenner (1990a, p. 200) justifica a análise mais detalhada da teoria do ímpeto, afirmando que esta é o eixo principal da investigação duhemiana da ciência medieval.

¹¹⁰ [...] *ne suffisent pas à démontrer une continuité conceptuelle entre la science médiévale et la science moderne.*

Ao discutir a interpretação duhemiana das teorias da ótica, Brenner evoca a diferença entre classificação e explicação. Mesmo quando as teorias científicas se apresentam insuficientes, afirma Brenner (1990a, p.136), elas contribuem para a linguagem da ciência, a qual “se refina e se enriquece para se tornar um instrumento cada vez mais eficaz”¹¹¹. Brenner lembra a metáfora da maré montante empregada por Duhem para elucidar a concepção de progresso científico: enquanto as explicações (como as ondas) se erguem para desaparecer, a parte descritiva da teoria (como o mar) sobe continuamente. A linguagem e as leis da física constituem a parte representativa (ou descritiva) de uma teoria e apresentam um crescimento contínuo, por meio do qual, no curso da tradição, cada teoria passa, àquela que a sucede, a parte da classificação natural que construiu¹¹².

Embora Brenner não coloque explicitamente, neste contexto, a distinção duhemiana entre física e metafísica, lembramos que ela tem sido empregada na avaliação de continuidade, a qual se revela presente no campo da física e não na metafísica. Bem, por essa análise, poderíamos, seguindo as colocações de Brenner, retomar a ideia de que Duhem admite descontinuidades apenas no terreno da metafísica.

O grande empecilho na análise da continuidade em Duhem apresentada por Brenner está no fato de que esse tema se apresenta diluído em vários de seus escritos e, apesar de encontrarmos certas considerações repetidas em vários deles, existem sempre novos elementos que nem sempre parecem se coadunar com outros. Tomemos, como exemplo, a ideia da continuidade nas leis e conceitos, discutida, sobretudo, na segunda parte do seu livro *Duhem, science, réalité et apparence* e a confrontemos com as considerações sobre continuidade, presente na introdução de *L'évolution de la mécanique*. Aqui Brenner defende a necessidade de se distinguir em Duhem um “continuismo histórico” de um “continuismo epistemológico”:

Nada impede, de fato, que as descontinuidades conceituais sejam introduzidas por uma evolução longa e variada. Duhem não se contradiz quando fala de mudanças teóricas. Ele anuncia aí a ideia bachelardiana de ruptura epistemológica. O caso de Duhem nos mostra que o

¹¹¹ [...] *s'affine et s'enrichit pour devenir un instrument de plus en plus efficace.*

¹¹² Outra passagem em que a distinção entre parte a descritiva e a explicativa de uma teoria pode ser encontrada em Brenner, 1997, p. LI. Considerações semelhantes às de Brenner são apresentadas por Souza Filho (1996, pp. 78-91).

continuismo histórico pode perfeitamente se conjugar com o descontinuísmo epistemológico (BRENNER, 1992b, p. XIX).¹¹³

Diante dessa consideração de Brenner, algumas questões parecem inevitáveis: como conjugar a afirmação de que Duhem defenda um continuismo estrito (*continuisme strict*¹¹⁴) com a de que o mesmo Duhem pode perfeitamente conjugar continuismo histórico com descontinuísmo epistemológico? Como tomar Duhem como o antecipador da noção bachelardiana de ruptura epistemológica¹¹⁵, uma ideia-chave para os historiadores de concepção descontinuísta e manter a oposição entre o descontinuísmo dos pós-positivistas e o continuismo duhemiano? Seriam os pós-positivistas contrários à ideia de um continuismo histórico na concepção de Brenner? Essas são questões que, em nossa leitura, permanecem sem respostas.

Em *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, em que Duhem, ao lado de outros convencionalistas, é colocado como precursor de muitas ideias¹¹⁶ na filosofia da ciência positivista e pós-positivista, Brenner (1990a, p. 177) aborda o continuismo como um movimento historiográfico que acentua o caráter histórico do conhecimento científico. E, em seu ponto de vista, Duhem, nesse assunto, vai mais longe, na medida em que afirma a continuidade do processo de elaboração do conhecimento científico como uma marcha em direção a um estado mais perfeito. Por essa visão, Duhem estaria preso a uma noção tradicional de progresso, semelhante ao de Comte para quem “o progresso é ‘uma progressão contínua em direção a um objeto determinado’” (BRENNER, 2003, p. 179)¹¹⁷. Aqui é assinalada por Brenner uma oposição entre Duhem e Kuhn:

¹¹³ *Rien n'empêche, en effet, que des discontinuités conceptuelles soient introduites par une évolution longue et variée; Duhem ne se contredit pas lorsqu'il parle de bouleversements théoriques. Il annonce par là l'idée bachelardienne de rupture épistémologique. Les cas de Duhem nous montre que le continuisme historique peut parfaitement se conjuguer avec le discontinuisme épistémologique.*

¹¹⁴ A expressão, já mencionada acima, é empregada por Brenner (1992a, p. 400 e 1997, p. XXI) em contraposição ao descontinuísmo pós-positivista.

¹¹⁵ Curiosamente, comentando a história duhemiana das teorias do calor, Brenner (1990a, p.63) menciona a expressão bachelardiana “ruptura epistemológica”, para falar de uma mudança na ciência identificada na passagem em que Duhem (1992b, p. 366) considera a importância da revolução produzida por Black.

¹¹⁶ Duhem teria feito, segundo Brenner, importantes antecipações referentes ao papel da história na epistemologia, à contaminação teórica, à incomensurabilidade, entre outras.

¹¹⁷ [...] *le progrès est “une progression continue vers un but déterminé”*. A indicação de Brenner para a citação é: Comte, 1844, § 15.

Ora, essa concepção [a de Duhem] está abandonada atualmente. Kuhn e, de maneira geral, os pós-positivistas sublinham o caráter não linear e não cumulativo do desenvolvimento científico. Essa corrente nos oferece uma imagem mais complexa. A ciência está submetida a reorganizações periódicas (BRENNER, 2003, pp. 179-180).¹¹⁸

A diferença apontada entre as visões nessa citação evidencia a correlação de Brenner entre continuidade e acumulação, o que colocaria Duhem como um representante da visão criticada por Kuhn. Contudo, o próprio Brenner faz questão de ressaltar que Kuhn teria reconhecido sua dívida com Duhem, de quem teria sofrido influência acerca das teorias medievais, inseridas em sua obra, *A revolução copernicana*. E, embora considere que Kuhn tenha explicitado uma visão marcadamente descontinuísta em *A estrutura das revoluções científicas*, Brenner afirma:

Mas, no interior do paradigma, o desenvolvimento se faz de maneira contínua. É somente a substituição de um paradigma por um outro que conduz a uma ruptura. Nesse sentido, pode-se dizer que o pós-positivismo de Kuhn representa uma tentativa de conciliação ou superação das teorias anteriores (BRENNER, 2003, p. 178).¹¹⁹

Kuhn teria unido a visão do movimento continuísta, do qual Duhem se firmou partidário, com a visão do movimento descontinuísta, do qual Koyré e Bachelard são representantes. Assim, esses filósofos apresentariam uma visão contrária a de Duhem concernente ao continuísmo histórico, sobretudo Koyré, que “estabeleceu um elo entre sua concepção de revolução científica e a noção bachelardiana de mutação intelectual” (BRENNER, 2003, p.103). Com Koyré, a filosofia da ciência, na concepção de Brenner (1990a, p. 104), se engajaria em um descontinuísmo radical, histórico e epistemológico ao mesmo tempo. Se Brenner assinala a possibilidade de se conjugar o continuísmo histórico e o descontinuísmo epistemológico em Duhem, com relação a Koyré, ele afirma que

¹¹⁸ Or cette conception est généralement délaissée aujourd'hui. Kuhn et, de manière générale, les postpositivistes soulignent le caractère non linéaire et non cumulatif du développement scientifique. Ce courant nous offre une image plus complexe; la science est soumise à des réorganisation périodiques.

¹¹⁹ Mais, à l'intérieur du paradigme, le développement se fait de manière continue. Ce n'est que le remplacement d'un paradigme par un autre qui entraîne une rupture. Em ce sens on peut dire que le post-positivisme de Kuhn représente une tentative de conciliation ou de dépassement des théories antérieures.

pode-se muito bem formular uma concepção descontinuísta sem colocar em causa a natureza histórica da ciência. Parece mesmo que, ao assinalar as mudanças, as reorientações e as rupturas, acentua-se o aspecto histórico da ciência; aproxima-se a ciência das outras formas da atividade humana (BRENNER, 2003, p. 177).¹²⁰

A distinção entre descontinuísmo histórico e descontinuísmo epistemológico estabelecida por Brenner e as comparações que ele traça entre Duhem e Kuhn e entre Duhem e Koyré permitem que o continuísmo duhemiano possa ser identificado com a elaboração do conhecimento científico de modo linear e cumulativo. De outra parte, Brenner descaracteriza a visão ingênua muitas vezes imputada a Duhem, quando reconhece a não ignorância duhemiana de que “antes da ciência moderna, o saber se organizava diferentemente” (BRENNER, 1997, p. XV)¹²¹.

Agora, em nosso entendimento, tal como apresentadas em diversos textos, as considerações de Brenner nem sempre confluem para uma análise clara da visão duhemiana do desenvolvimento científico. Entre as objeções mencionadas, a mais significativa parece ser a da correlação passível de ser estabelecida em suas análises entre continuísmo e acumulação, uma correlação que mantém e reforça a visão simplista e ingênua atribuída ao continuísmo duhemiano, para o qual o próprio trabalho de Brenner fornece indicações contrárias. Em suma, apesar de ampliar a análise da visão duhemiana, Brenner não se desvencilha da estabelecida oposição entre continuísmo e descontinuísmo, com Duhem e Kuhn nos extremos, sugerida por intérpretes ocasionais desses filósofos.

A mesma oposição aparece na leitura que Ariew e Barker apresentam da obra duhemiana, conforme já mencionamos acima. No artigo “Duhem and the Continuity in the History of Science”, eles indicam que uma das afirmações duhemianas mais importantes é a da continuidade entre ciência medieval e ciência moderna, continuidade que tem sido recusada pelos principais filósofos e historiadores da ciência desde 1920. Ariew e Barker (1990) discutem algumas das críticas dirigidas à tese da continuidade, numa postura de defesa da posição duhemiana. Interessa-nos aqui, sobretudo, a análise que apresentam das

¹²⁰ [...] *on peut très bien formuler une conception discontinuiste sans remettre en cause la nature historique de la science. Il semble même qu'en soulignant les changements, les réorientations et les ruptures, on accentue l'aspect historique de la science; on rapproche la science des autres formes d'activité humaine.*

¹²¹ [...] *avant l'époque moderne le savoir s'organisait différemment [...]*

críticas de Alexandre Koyré e Anneliese Maier, as quais decorreriam de uma má interpretação de Duhem:

Koyré não contesta a negação da continuidade implícita na sua leitura de Duhem, mas somente a localização histórica dessa continuidade. Para Koyré a ciência moderna é distinta e descontínua com o pensamento anterior. Ele interpreta mal Duhem porque espera encontrar tal descontinuidade e não pode aceitar sua localização na Paris medieval. (...) Ele interpreta literalmente a frase de Duhem sobre “o nascimento da ciência moderna” porque para Koyré, deve haver tal momento (ARIEW; BARKER, 1992, p. 332).¹²²

Lembramos aqui a discussão duhemiana sobre a complexidade em fixar datas e autorias às descobertas e invenções de teorias científicas, mencionadas nas páginas 30 a 32. deste trabalho. Ariew e Barker corroboram a idéia de que Koyré estaria, de fato, preocupado em estabelecer as contribuições científicas do passado a partir de um ponto de vista contemporâneo.

Maier que também recusa uma das datas fornecidas por Duhem para o início da ciência moderna – o século XIV, com a teoria do ímpeto de Buridan –, estaria cometendo, segundo Ariew e Barker, o mesmo erro de Koyré. Tal erro seria decorrente do fato de empregarem o mesmo padrão argumentativo para apoiar suas visões revolucionárias das origens da ciência moderna, visões que requerem a análise da metafísica. Defendendo que a metafísica moderna é descontínua com a metafísica medieval, Koyré e Maier estariam argumentando contra Duhem de um ponto de vista muito diferente do dele, que “exclui a metafísica da ciência” (ARIEW; BARKER, 1992, p. 334)¹²³. Duhem estaria pronto a admitir as mudanças ocorridas no campo da metafísica, defendidas por esses seus críticos descontinuístas – afirmam Ariew e Barker. O que ele negaria é que tais mudanças tiveram consequências para a ciência.

¹²² *Koyré does not object to the denial of continuity implicit in his reading of Duhem, but only to its historical location. For Koyré modern science is distinct and discontinuous from earlier thought. He misreads Duhem because he expects to find such a discontinuity, but cannot accept its location in medieval Paris. (...) He reads Duhem's phrase about “the birth of modern science” literally because for Koyré there must be such a moment.*

¹²³ [...] *excludes metaphysics from science.*

Conforme podemos observar, a discussão acerca da continuidade em Duhem, apresentada por Ariew e Barker, está centrada na demarcação entre física e metafísica. Assim, a substituição de uma metafísica por outra pode ser entendida como revolução, mas não revolução científica. Tomando a distinção duhemiana entre classificação e explicação, Ariew e Barker assinalam que Duhem nega revoluções entendidas como descontinuidades no nível das leis empíricas e teorias:

Somente leis ou teorias que contribuem para estabelecer a progressão histórica em direção à ‘classificação natural’ se tornarão partes permanentes da ciência. A continuidade dessas leis ou teorias, estabelecidas desde o tempo de Aristóteles e os gregos, proíbe a introdução de conceitos ou leis que contradizem suas predecessoras imediatas. A tradição pode se transformar ao longo do tempo, como o conceito aristotélico de *potentia* transformou-se em um conceito mais rico de uma função potencial na física do século XIX, mas tal mudança é gradual e contínua. Para Duhem, revoluções científicas não constituem nenhuma parte da história da ciência, uma posição que ele defende no nível do argumento filosófico e através da evidência histórica (ARIEW; BARKER, 1992, p. 337).¹²⁴

Ariew e Baker abordam a continuidade no plano da ciência como classificação natural e sob o jugo da tese demarcatória entre física e metafísica. Nesse sentido, a análise que apresentam das críticas de Koyré e Maier é, a nosso ver, profícua na medida em que assinalam a necessidade de se atentar para o que cada um dos pensadores confrontados entende por continuidade e por revolução. Embora as caracterizações apresentadas sejam muito gerais – revolução, no sentido negado por Duhem corresponderia à admissão de rupturas nas leis e teorias empíricas; a continuidade seria, portanto, a ausência dessas rupturas –, o cuidado em observar sob que ponto de vista e contexto são apresentadas defesas da continuidade e da descontinuidade já apresenta uma singularidade em face de

¹²⁴ *Only laws or theories that contribute to the established historical progression towards the ‘natural classification’ will become permanent parts of science. Their continuity with this progression, established since the time of Aristotle and the Greeks, prohibits the introduction of concepts or laws that contradicts their immediate predecessors. The tradition may transform over time, as the Aristotelian concept of potentia transformed into the richer concept of a potential function in the nineteenth century physics, but such change is gradual and continuous. For Duhem, scientific revolutions form no parts of the history of science, a position he defends at the level of philosophical argument and through historical evidence.*

tantas afirmações genéricas que selam uma oposição geral entre continuístas e descontinuístas sob um mesmo referente, na maioria das vezes, não explicitado.

Ariew e Barker, contudo, não extrapolam em muito a visão difundida acerca do antagonismo entre Duhem e Kuhn e de algumas afirmações que se tornaram célebres na análise do continuísmo duhemiano, discutidas neste trabalho, tais como: a afirmação radical de que Duhem nega revoluções na ciência ou que as admita tão somente no plano metafísico e ainda que a metafísica não contribua para o progresso científico. De fato, consideramos cada uma dessas interpretações possíveis se entendermos revolução como o nascimento repentino de uma teoria pronta; se restringirmos nossa análise a um ou dois textos de Duhem, apartados do contexto geral de sua obra. No entanto, a afirmação de que, na concepção duhemiana, teorias “que introduzem novidades metafísicas não deveriam contribuir para o progresso da ciência *e historicamente elas não o fazem*” (ARIEW; BARKER, 1992, p. 336, grifos nossos)¹²⁵ não se coaduna com a própria história da ciência de Duhem e mesmo com suas considerações filosóficas acerca do desenvolvimento científico.¹²⁶

Se as considerações de Lowinger e Brouzeng apresentam escassas referências sobre o continuísmo, se as de Maiocchi e Jaki apresentam a importância do contexto histórico em que o continuísmo duhemiano surge, se as de Brenner, Ariew e Barker asseveram a importância da tese da continuidade, apresentando singularidades e ainda reforçando a oposição consagrada entre Duhem e Kuhn, as de Martin apresentam uma surpresa. Seu livro, *Pierre Duhem: Philosophy and History in the Work of a Believing Physicist*, ainda que de modo muito sucinto, traz alguns pontos de reflexão. Martin (1991, p. 128) indica a “famosa doutrina da continuidade” (*famous continuity doctrine*) como elucidativa das concepções duhemianas acerca da evolução progressiva e gradual do conhecimento, da questão da escolha de hipóteses e de descobertas simultâneas em ciência. Afirma ainda que a doutrina da continuidade se tornou controversa por razões que não são claras. Em seu ponto de vista, ela “parece expressar nada mais que observações

¹²⁵ [...] *that introduce metaphysical novelties ought not to contribute to the progress of science and historically they did not.*

¹²⁶ Contra essa afirmação, pode ser empregada a concepção duhemiana de que a ciência possui dois modos pelos quais a ciência progride. Explicação e classificação são partes constituintes de uma teoria científica e a metáfora da maré montante, presente em várias passagens de sua obra, é elucidativa o bastante nesse sentido.

trivialmente comuns e justa humildade” (MARTIN, 1991, p. 128)¹²⁷, o que se pode observar – ele argumenta – no reconhecimento de Newton, que esteve sobre ombros de gigantes, e no de Pascal, que expressou sua dívida aos antigos. Sob seu ponto de vista, é um erro supor que a tese da continuidade contribui para o entendimento da produção histórica de Duhem, que ela seja suficiente para explicar o interesse duhemiano na ciência medieval. Desdenhando a importância atribuída a essa tese, Martin (1991, p. 129) afirma que ela é irrelevante. E aqui findam suas observações sobre o assunto para o qual, ele já enuncia quando cita inicialmente o tema, teria pouco a acrescentar aos trabalhos de Maiocchi (1985) e Ariew e Barker (1986). Esse apontamento de Martin acerca da irrelevância da tese da continuidade e a referência a Newton e Pascal como herdeiros de tradições confluem para a afirmação de que, para Martin, o continuismo pode, sim, ser entendido, no sentido que Maiocchi denomina “banal”.

Em face das considerações traçadas até aqui, podemos apresentar algumas hipóteses, passando em revista as possíveis definições de continuismo em Duhem. Em primeiro lugar, parece claro que continuismo não deve ser compreendido como simples acumulação de conhecimento. Nesse sentido, a oposição com Kuhn perde já o radicalismo. Mas muitas questões permanecem: em que medida tal oposição permanece esclarecedora quanto ao modo duhemiano de conceber o desenvolvimento científico? Como podemos pensar a ideia de complexidade? Estaria tal ideia associada à de revoluções? Se sim, como combinar a existência de revoluções com a tese da continuidade? O que dizer da tese de que Duhem afirma a ocorrência de revoluções somente no campo da metafísica? E se o continuismo duhemiano pudesse ser tomado tão somente como a ideia de que teorias não surgem repentinamente, *ex nihilo*?

Com relação a essa última questão, retomamos novamente a consideração de Maiocchi de que essa certamente seria uma verdade banal. Será? Não seria o próprio contexto historiográfico duhemiano um elemento a favor da tese de que o continuismo possa ser entendido simplesmente como um processo de desenvolvimento científico que requer a admissão de uma tradição de pesquisa? Não seria um tanto anacrônica a afirmação de que continuismo assim entendido seja uma banalidade, depois que a historiografia da

¹²⁷ [...] *seems to express no more than trite common observations, and due humilty.*

Renascença passou por revisões e abrandamentos? Essas questões surgem diante das diferentes interpretações concedidas a ‘continuismo’ e ‘revolução’ em Duhem. Conforme temos visto, muitas delas parecem mesmo encontrar lugar na sua obra. A questão que fica é se podemos conjugá-las, de modo a apresentar um quadro mais unívoco da visão duhemiana.

Partimos da oposição entre continuismo e descontinuismo. Em nossa tentativa de caracterizar o primeiro, deparamo-nos com a possibilidade de abordar o segundo. Voltemos a nosso ponto de partida que foca o suposto antagonismo entre Duhem e Kuhn e exploremos a noção de descontinuismo em Kuhn. Talvez tenhamos aqui uma via alternativa de investigação. Quem sabe, os elementos constituintes de uma revolução científica, apresentados por esse descontinuista possam propiciar, por oposição, uma compreensão do que não aparece na historiografia da ciência de Duhem – de aspectos ignorados, ocultados ou refutados em sua concepção de progresso científico –, que nos permitam lançar luzes sobre a controvérsia ‘continuismo/descontinuismo’.

1.4 Kuhn e as revoluções científicas

Se Duhem é visto comumente como o responsável pela tese da continuidade na história da ciência, Kuhn é indicado, muitas vezes, como aquele que selou a da descontinuidade. Essa análise, entretanto, aparece aplicada aos dois autores somente na obra daqueles que abordam a oposição entre continuismo e descontinuismo ou, mais especificamente, entre aqueles que tratam especificamente o ‘problema’ do continuismo. É assim que a oposição entre Duhem e Kuhn é propagada sobretudo por intérpretes duhemianos, já que o alegado continuismo de Duhem passou a ser visto como um problema na interpretação de sua história da ciência.

Entre os intérpretes kuhnianos, ocorre algo distinto: quando Duhem é mencionado, o propósito é, antes, na maioria das vezes, o de apresentar confluências entre as concepções duhemianas e kuhnianas. Agassi (2002, p. 409-412), por exemplo, afirma que Kuhn teria tomado emprestado o termo ‘incomensurabilidade’ de Duhem. Já John

Worrall não se limita a apresentar aspectos semelhantes entre os dois autores, chegando mesmo ao exagero de afirmar que não

há nada de realmente relevante, porém, sobre esse ponto [refutação empírica] em particular em *The Structure of Scientific Revolution* que já não estivesse sido levantado na obra de Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory* [...] Com efeito, muitas das teses kuhnianas que criaram o sabido alvoroço na filosofia da ciência parecem ser, fundamentalmente, reformulações (muitas vezes, menos claras) das posições duhemianas (WORRAL, 1997, p. 94).

As aproximações entre Duhem e Kuhn são encontradas, na maioria das vezes, em discussões sobre filosofia da ciência e não sobre a história da ciência. A controvérsia entre continuidade e descontinuidade do desenvolvimento não tem, na crítica dirigida à visão kuhniana, a dimensão que tem entre os intérpretes de Duhem. Isso é compreensível se analisarmos o contexto em que surge a concepção de Kuhn acerca do desenvolvimento científico.

1.4.1 A nova historiografia da ciência

Quando Kuhn publica, em 1962, *A estrutura das revoluções científicas*, estava em curso uma mudança na história da ciência. Alguns historiadores – ele afirma – já tinham começado a perceber as dificuldades para produzir uma história guiada pela suposição de que a ciência se desenvolve por acumulação. Gradativamente e cada vez mais, começaram a colocar novas questões e novas perspectivas para a escrita da história, de modo a deflagrarem uma revolução historiográfica. Foi durante essa revolução que historiadores da ciência, ao invés de procurarem, como seus antecessores, as contribuições de uma ciência mais antiga para a perspectiva privilegiada de seu momento presente, procuravam apresentar a integridade histórica do contexto investigado. Assim, no lugar de pesquisarem as relações entre as concepções de Galileu e a ciência moderna, pesquisavam as relações entre as concepções galileanas e as de seu grupo (seus contemporâneos, predecessores e sucessores imediatos), com atenção para os pontos de vista próprios do contexto desse

grupo. Essa é a nova perspectiva de investigação histórica identificada e comentada pelo próprio Kuhn na introdução de *A estrutura*.

Já no prefácio à obra, Kuhn (1970b, p. vi) indica um grupo de estudiosos – Alexandre Koyré, Émile Meyerson, Hélène Metzger e Anneliese Maier – que lhe mostraram claramente o que era “pensar cientificamente em um período em que os cânones do pensamento científico eram muito diferentes” daqueles do tempo em que apresenta suas concepções. E Kuhn salienta a importância desses pensadores ao afirmar que, embora questione parte de suas interpretações históricas particulares, suas obras, ao lado de *Great Chain of Being* de Lovejoy, eram secundárias somente diante de fontes materiais primárias na formação de sua concepção do que poderia ser a história das ideias científicas (KUHN, 1970b, p. vi).

O relato autobiográfico no prefácio de Kuhn, que explica como ele, um físico, passou da ciência para a história da ciência, também sugere o caráter inovador de suas concepções. Aí ele afirma que seu objetivo principal era “instar uma mudança na percepção e avaliação de dados familiares” (KUHN, 1970b, p. viii-ix). A “revolução historiográfica no estudo da ciência” estava ainda “em seus primeiros estágios” (KUHN, 1970b, p. 3; edição brasileira, p. 21). Assim, se é verdade que Kuhn percebe uma mudança em curso na escrita da história, no momento em que apresenta suas concepções, se reconhece sua dívida com historiadores que iniciaram uma revolução, ele também se coloca na posição de quem divisa ainda muita coisa que necessita ser mudada e de quem objetiva, ao menos, tomar parte na revolução, identificada em seus primeiros estágios.

A perspectiva de Kuhn é, de certo modo, semelhante à de Duhem, que também acreditou estar rompendo com uma tradição histórica responsável por uma imagem enganadora do modo da ciência se desenvolver e que, portanto, precisava ser ultrapassada. Na tradição criticada por Kuhn, os historiadores, ao reescreverem, após cada revolução, a história da ciência a partir da visão e do aparato conceitual de seu momento presente, acabaram tornando ocultas as revoluções. Ao analisar a estrutura das revoluções científicas, Kuhn passa a defender que, além da acumulação, a ciência passa também por eventos revolucionários cuja compreensão alteraria significativamente o próprio conceito de ciência em voga.

Agora, é interessante confrontarmos as características dadas por Kuhn da história da historiografia da ciência com as análises de outros estudiosos, que mais tarde analisaram o impacto de *A estrutura*. Para alguns, Kuhn veio engrossar, de modo decisivo, o movimento descontinuísta que se contrapunha ao continuuísta. Da negação rigorosa de revoluções, pela qual Duhem seria o principal responsável, passa-se à aceitação consensual das mesmas. No desenvolvimento das ideias em história da ciência, teria havido um movimento gradativo, do qual teríamos passado do continuuísmo estrito para o descontinuísmo radical. Nesse movimento, os nomes de Koyré e Maier são importantes. Exemplos desta visão são as apresentadas por Brenner (1990b, 1992a) e Ariew e Barker (1990), conforme já indicados na seção 1.3.4.

Ainda que não encontremos estudos dedicados exclusivamente à oposição entre continuuísmo e descontinuísmo, tendo Duhem e Kuhn, respectivamente, como representantes principais, é possível conjugar considerações parciais que corroboram a ideia de que houve a passagem de uma perspectiva continuuísta para uma descontinuísta na historiografia da ciência e que traz seus nomes nos extremos dos movimentos. Vejamos alguns exemplos. Fichant (1971, pp. 84- 98) apresenta um Duhem continuuísta superado pelo descontinuísta Koyré. Lombardi (1997, pp. 345-347), além de afirmar que a tese da continuidade duhemiana foi rechaçada por Koyré, situa Duhem, ao lado de Sarton, como representante da historiografia *whig*¹²⁸, em oposição à crítica *antiwhig* de Thomas Kuhn, entre outros. Edward Grant (1987, pp. 114-115) sublinha o papel de Koyré e Maier na revisão da história da Idade Média, indicando que Koyré defendeu uma “descontinuidade essencial entre a ciência física medieval e os feitos de Galileu e a revolução científica do século XVII¹²⁹”, em oposição à continuidade científica defendida por Duhem. Antonio Beltrán (1995) identifica um modelo historiográfico de Koyré a Kuhn que teria se formado,

¹²⁸ *Whig* é um adjetivo atribuído à interpretação de fatos históricos com referência ao presente. O termo foi introduzido por Herbert Butterfield, que em *The Whig Interpretation of History* (1965), apresenta uma análise do que acontece quando os historiadores investigam o passado a partir de um ponto de vista determinado por valores e padrões de seu momento presente.

¹²⁹ ...essential discontinuity between medieval physical science and the achievements of Galileo and the scientific revolution of the seventeenth century...

em grande parte, em função das polêmicas entre continuidade e ruptura. A seu ver, Koyré deu origem à moderna historiografia e “nos ensinou a ver a história da ciência como um processo de rupturas e descontinuidades”¹³⁰ (BELTRÁN, 1995, p. 18), o que fez com que a revolução científica do século XVII, negada por Duhem, se tornasse um elemento central na historiografia do século XX.

A importância de se falar de revoluções, como aponta Beltrán, toma tamanha importância a ponto de Bernard Cohen afirmar, em seu livro *Revolutions in Science*, publicado originalmente em 1985, que “falar de revolução científica é uma trivialidade hoje”¹³¹ (COHEN, 1994, p. 21). Em sua análise, *A estrutura* teve um papel fundamental na orientação de filósofos e historiadores da ciência, alterando significativamente a concepção de mudança científica. Também nessa análise, encontramos Duhem na contramão. Cohen (1994, pp. 561-563) estabelece a oposição entre evolução e revolução, corroborando a concepção de que Duhem, na defesa de uma evolução gradual, posicionou-se fortemente contra revoluções¹³².

Essas considerações corroboram o quadro geral de antagonismo entre continuísmo e descontinuísmo, seja pela análise do continuísmo duhemiano, seja pela discussão do conceito de revolução. Comparando esse quadro histórico da história da ciência àquele apresentado por Kuhn no início de *A estrutura*, percebemos a semelhança na identificação de Koyré como um iniciador da mudança nesse campo. Todavia, o acréscimo do nome de Kuhn à lista dos descontinuístas inaugurada por Koyré não é feito da mesma forma como o próprio Kuhn o faria, já que, em *A estrutura*, a descontinuidade da ciência não se define em oposição à continuidade ou evolução, mas à acumulação. Acontece que, para muitos intérpretes, é manifesta a correlação entre desenvolvimento contínuo da ciência e desenvolvimento cumulativo.

¹³⁰ ... nos enseñó a ver la historia de la ciencia como un proceso de rupturas y discontinuidades...

¹³¹ Today it is a commonplace to speak of the Scientific Revolution [...]

¹³² É interessante observar que Cohen identifica a presença da palavra ‘revolução’ em algumas obras de Duhem e que, quando o faz, escolhe justamente as passagens famosas pela crítica, pela diminuição da importância e ainda pela negação de revoluções científicas da parte de Duhem. Chama nossa atenção a inserção de um pequeno suplemento que simplesmente repete uma análise consagrada da visão duhemiana acerca de eventos revolucionários em ciência, numa obra em que o caráter mutável do conceito ‘revolução’ fica explícito.

A identificação de continuísmo com acumulação, que permite que Duhem seja visto como um ‘velho’ historiador da ciência, revela um anacronismo não só com relação à leitura do continuísmo duhemiano, mas também com relação ao descontinuísmo kuhiano. E isso se revela no entendimento do conceito ‘revolução’. Apesar de toda a particularidade da análise kuhiana acerca do que seja uma revolução científica em *A estrutura*, o conceito continuou a ser empregado com um referente que remete à análise burckhardtiana do Renascimento. A ênfase nos grandes gênios e a ideia de uma mudança drástica e repentina compõem os caracteres essenciais de uma revolução científica para muitos dos intérpretes de Kuhn e quando eles analisam o pensamento desse descontinuísta, a imagem de revolução apresentada não se distingue da de outros descontinuístas, como Koyré.

Evidentemente repentinidade e radicalismo são características de uma revolução científica na análise kuhiana. Contudo, podemos observar que a imagem de uma revolução como mudança radical e repentina (ou drástica e brusca – os termos variam), discutida por intérpretes de Kuhn, a partir de *A estrutura*, nem sempre se coaduna com a caracterização encontrada nessa obra. Tomemos um exemplo a argumentação de John Watkins em “Contra a ciência normal” (1995, pp. 25-37; edição brasileira, p. 33-59), na qual encontramos uma análise de uma revolução, definida por Kuhn como mudança de paradigmas incomensuráveis. Watkins (1995, p. 35) cita Kuhn: “O novo paradigma, ou uma sugestão suficiente para permitir uma articulação posterior, emerge de uma vez, às vezes no meio da noite, na mente de um homem profundamente imerso na crise”¹³³. E, fazendo alusão à fala de Kuhn no Colóquio¹³⁴, Watkins prossegue:

E, nesta tarde, ele repetiu que as teorias são “inventadas em uma só peça”. Chamo essa tese maliciosamente a do Paradigma Instantâneo. (O café instantâneo leva mais que um instante para ser feito; mas é feito “de uma vez”, diferente de uma torta de carne e de rim, da qual se pode dizer que “é feita por um passo por vez”).

[...]

Se é assim, a tese do Paradigma Instantâneo me parece ser pouco crível em bases psicológicas. Não sei quanto um único gênio pode realizar

¹³³ ‘*The new paradigm, or a sufficient hint to permit later articulation, emerges all at once, sometimes in the middle of the night, in the mind of a man deeply immersed in crisis*’.

¹³⁴ Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres em 1965.

no meio da noite, mas desconfio de que essa tese espera *demais* dele (WATKINS, 1995, pp. 35-36).¹³⁵

O modo como Watkins interpreta o conceito de revolução em Kuhn se assemelha àquele criticado por Duhem em sua defesa da continuidade. Watkins, em sua argumentação contra Kuhn, cita passagem de *La théorie physique* em que a lenta evolução da ciência é defendida como resposta negativa à questão acerca da possibilidade de um homem criar uma teoria física de uma só vez. No texto em questão, Watkins reclama da suposta modificação de Kuhn com relação ao que é considerado importante no desenvolvimento da ciência – a mudança da ênfase nas revoluções para um encantamento com a ciência normal. A mudança de perspectiva kuhniana em relação a *A estrutura* é ponto salientado também por Stephen Toulmin:

[...] as diferenças entre os tipos de mudanças que tomam lugar durante as fases ‘normais’ e ‘revolucionárias’ do desenvolvimento científico são, no nível intelectual, absolutas. Como consequência disso, a explicação que ele deu foi longe demais ao implicar a existência de descontinuidades na teoria científica muito mais profundas e muito menos explicáveis do que qualquer uma que ocorre de fato. Em seu novo trabalho, ele parece se afastar um pouco daquela posição original para uma posição menos extremada [...] (TOULMIN, 1995, p. 41).¹³⁶

A interpretação usual conferida a Kuhn a partir de *A estrutura* sugere, muitas vezes, uma posição extremada, como a identificada por Toulmin. A ênfase kuhniana na importância das revoluções passou a ser vista como promotora de uma ideia exagerada de mudança científica. De modo geral, as críticas dirigidas à visão de desenvolvimento da ciência defendido por Kuhn não colocam em questionamento a ocorrência de revoluções.

¹³⁵ *And this afternoon he repeated that theories are ‘invented in one piece’. I call this, a shade maliciously, the Instant-Paradigm thesis (Instant coffee takes more than an instant to make; but it is made ‘all at once’, unlike steak-and-kidney pie, which might be said to ‘be made a step at a time’).*

[...]

If that is so, the Instant-Paradigm thesis seems to me to be barely credible on psychological grounds. I do not know how much a single genius might achieve in the middle of the night, but I suspect that this thesis expects too much of him.

¹³⁶ [...] *the differences between the kinds of change taking place during ‘normal’ and ‘revolutionary’ phases of scientific development are, at the intellectual level, absolute. As a result, the account he gave went too far by implying the existence of discontinuities in scientific theory far more profound and far less explicable than any which ever in fact occur. In his new paper, he appears to be withdrawing somewhat from that original, exposed position, to a less extreme one [...]*

Bernard Cohen (1994, p. 23) lembra que mesmo aqueles que não estão em acordo com todos os detalhes da análise de Kuhn têm sido levados a admitir “que o avanço da ciência não é necessariamente um processo cumulativo, que existem sucessões de grandes revoluções e algumas menores intermediárias, e que um processo revolucionário é parte do padrão regular no aumento do conhecimento científico”. Cohen (1994, p. 26) coloca-se a si mesmo entre outros historiadores e filósofos da ciência (Feyerabend, Lakatos, Laudan, Popper, Shapere e Toulmin) que engrossaram a discussão acerca de revoluções em ciência, sobretudo, em função das ideias de Kuhn.

Agora, como aponta Cohen (1994, p. 27), o que se pode observar é que os grandes debates gerados pelas concepções kuhnianas estão centrados em partes do “esquema” apresentado por Kuhn para explicar o desenvolvimento científico. Dentre as críticas dirigidas a Kuhn podemos evocar algumas, que se tornaram célebres, dirigidas à noção de paradigma (Masterman, 1995; Shapere, 1964), de ciência normal (Popper, 1995; Watkins, 1995; Feyerabend, 1995), de incomensurabilidade (Shapere, 1964 e outros¹³⁷). De modo geral, essas críticas são evocadas por outros intérpretes para a afirmação de que o esquema kuhniano é falho e encontra contra-exemplos na história da ciência.

O que se pode observar comumente é que a crítica dirigida a Kuhn está pautada na exigência de um modelo válido de progresso científico, aplicável em toda sua história e, nesse sentido, centrada muito mais nas discussões filosóficas do que nas propriamente históricas. Como nosso intuito é compreender a concepção de Kuhn acerca do desenvolvimento científico, deixamos de discutir mais de perto as críticas envolvidas no debate acerca da sua validade ou não, o que, no fim das contas, mostrar-se-ia uma tarefa hercúlea, dada a dimensão e complexidade desse debate.

¹³⁷ A lista sobre esse tópico é extensa. O próprio Kuhn (2000, p. 35) cita vários de seus críticos: Donald Davidson, Hilary Putnan, Paul Kitcher, entre outros.

1.4.2 O novo conceito de revolução emergente em *A estrutura*

Interessa-nos, agora, situar Kuhn na nova historiografia e discutir sua concepção de revoluções científicas num contexto já marcado pelas discussões sobre discontinuidades e rupturas na ciência. Aqui cabe indagar: qual é a concepção kuhniana de revolução? Em que medida essa concepção se apresenta inovadora na história da ciência? Em *A estrutura*, lemos:

Neste ensaio, são denominados de revoluções científicas os episódios extraordinários nos quais ocorre essa alteração de compromissos profissionais [com o paradigma dominante]. As revoluções científicas são os complementos desintegradores da tradição à qual a atividade da ciência normal está ligada.

Os exemplos mais óbvios de revoluções científicas são aqueles que, no passado, foram freqüentemente rotulados de revoluções. [...] Cada um deles forçou a comunidade a rejeitar a teoria científica anteriormente aceita em favor de uma outra incompatível com aquela (1970b, p. 06; edição brasileira, p. 25).

Exemplos de revoluções científicas citados por Kuhn são “os momentos decisivos essenciais do desenvolvimento científico associado aos nomes de Copérnico, Newton, Lavoisier e Einstein” (KUHN, 1970b, p. 06; edição brasileira, p. 25). Uma primeira consideração a ser feita sobre a abordagem de Kuhn acerca das revoluções é a ligação desses eventos àqueles que, no passado, foram frequentemente chamados de revoluções. Ao atentar para o surgimento de uma “nova historiografia” da ciência (KUHN, 1970b, p. 3; edição brasileira, p. 22), Kuhn deixa claro que a interpretação de uma revolução por essa nova historiografia é distinta daquela realizada por historiadores anteriores. Embora ele reconheça que uma mudança ocorria na historiografia da ciência, no sentido de se alterar a concepção do que a história da ciência poderia ser, é certo, para ele, que seu tratamento nesse campo é inovador. Além de deixar isso claro no prefácio de *A estrutura*, quando afirma que seu objetivo era provocar uma mudança no modo se conceber a ciência, o seu modo de caracterizar uma revolução científica (um termo já familiar na história da ciência) requer a compreensão de um novo arcabouço conceitual dos elementos a serem considerados na caracterização que realiza.

A abordagem kuhniana da estrutura das revoluções científicas vem inserir novos conceitos que passaram a fazer parte dos mais importantes debates na filosofia da ciência, tais como o de paradigma, ciência normal, crise, anomalia, incomensurabilidade. Como é sabido, segundo Kuhn, o desenvolvimento do progresso científico se processa por meio de uma passagem de um paradigma a outro, o que constitui uma revolução e se diferencia de um processo de acumulação. “É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações” (KUHN, 1970b, p. 85; edição brasileira, p. 116).

Uma revolução tem início, segundo Kuhn, quando uma tradição de pesquisa deixa de responder a problemas num campo de investigação para o qual estava dirigida. Há, então, por parte de uma parcela da comunidade científica, um sentimento crescente de insatisfação que é um pré-requisito para a ocorrência de revoluções. Estas, no entanto, não seriam eventos banais, mas ocasiões especiais, mediadas por um período no qual a ciência cresce cumulativamente – a “ciência normal”. É nessa fase, diz Kuhn (1970b, p. 5; edição brasileira, p. 24), “que a maioria dos cientistas emprega inevitavelmente quase todo seu tempo”, já que partilham de um paradigma reconhecido, no qual depositam sua confiança e empreendem seus esforços.

O desenvolvimento da ciência, em sua fase normal, corresponde ao período da gênese e desenvolvimento de uma tradição de pesquisa, no qual os cientistas tentam ampliar o domínio dos fatos que lhe são fornecidos pelo próprio paradigma, buscando solucionar problemas para os quais acreditam haver resolução; é um período de resolução de quebra-cabeças, problemas abarcados pelo paradigma. Essa atividade, segundo Kuhn, “parece ser uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecidos pelo paradigma” (KUHN, p. 1970b, p. 24; edição brasileira, p. 45) e se revela de extrema fecundidade para o crescimento da acuidade e precisão do desenvolvimento científico. O cientista trabalha numa tradição, buscando sempre uma maior aproximação entre teoria e fato e, quando se depara com fenômenos inesperados (contra-exemplos), não rejeita sua teoria, de imediato, mas reage,

tentando salvá-la. Isso ocorre, segundo Kuhn, porque não existe uma linha nítida de separação entre quebra-cabeças e contra-exemplos.

[...] cada problema que a ciência normal considera um quebra-cabeça pode ser visto de outro ângulo: como contra-exemplos e, portanto, como uma fonte de crise. Copérnico considerou contra-exemplos o que a maioria dos demais seguidores de Ptolomeu vira como quebra-cabeças relativos à adequação entre a observação e a teoria. Lavoisier considerou contra-exemplo o que Priestley vira como resolvido com êxito na articulação da teoria flogística (KUHN, 1970b, p. 79; edição brasileira, p. 110).

O enfrentamento de contra-exemplos pode conduzir o cientista a um momento no qual as regras e o paradigma partilhado são afrouxados, instalando um estado de desorientação, de crise. Em seu ponto de vista: “todo o trabalho científico se caracteriza por ter alguma divergência e as divergências gigantescas estão no próprio cerne dos episódios mais significativos do desenvolvimento científico” (KUHN, 1977, p. 226; edição portuguesa, p. 276). Durante a passagem de um paradigma a outro, nem todos os cientistas percebem a mudança; somente aqueles envolvidos com um novo paradigma é que o fazem. Para alguns, o que é, à vista de outros, revolucionário, é tão somente uma fase da ciência normal. Num tal contexto de discordância, prevalece o paradigma que contar com a aprovação da comunidade científica relevante. Para investigar como se processou uma revolução na ciência, o historiador deve examinar, segundo Kuhn, não apenas o “impacto da natureza e da lógica, mas igualmente as técnicas de argumentação persuasiva que são eficazes no interior dos grupos muito especiais que constituem a comunidade dos cientistas” (KUHN, 1970b, p. 94; edição brasileira, p. 128).

A ciência, embora seja praticada por indivíduos, é “intrinsecamente um produto de *grupo*” (KUHN, 1977, p. xx; edição brasileira, p. 24). É por isso que uma revolução científica é um processo que, embora tenha seu nome, muitas vezes, atrelado a um cientista, “raramente é completado por um único homem e nunca de um dia para outro” (KUHN, 1970b, p. 7; edição brasileira, p. 26). Assim, diz Kuhn (1970, p. 7), “não é surpreendente que os historiadores tenham encontrado dificuldade para datar precisamente esse processo prolongado”. Essa afirmação de Kuhn parece encontrar respaldo nas suas próprias tentativas para a abordagem desse processo. Como identificar, com exatidão, a

ruptura, enquanto interrupção de continuidade, num processo que é prolongado e complexo? A que critério recorrer para datar o momento de uma ruptura, sem cair na arbitrariedade? De outra parte, se não há como determinar com precisão o momento da ruptura, como afirmar quebras bruscas? Estas questões são determinantes para o reconhecimento e caracterização das mudanças revolucionárias. Nesse ponto, parece-nos bastante apropriada a seguinte colocação de Beltrán, ao tratar da “revolução científica do século XVII”:

[...] utilizar esta expressão [revolução], assumir esse conceito implica o enfrentamento de uma grande série de problemas historiográficos e metodológicos de enorme interesse: problemas de periodização (Idade Média - Renascimento - Modernidade); de relações ou demarcação entre distintas disciplinas (ciência - filosofia - teologia) e suas respectivas histórias: a possibilidade ou necessidade de uma história mais “sintética”, mais global, etc. Pense-se especialmente na quantidade de problemas tanto historiográficos quanto filosóficos, suscitados pelo livro de T. S. Kuhn *A estrutura das revoluções científicas* (BELTRÁN, 1995, p. 27).¹³⁸

Beltrán chama a atenção para a polémica acerca da expressão ‘revolução científica’ na historiografia da ciência, mencionando episódios em que filósofos e historiadores têm se perguntado o que seja isso. E a afirmação que apresenta na tentativa de elucidar o conceito reflete na interpretação que fornece da visão kuhniana: “Primeiramente, o termo ‘revolução’ se opõe ao de ‘evolução’”¹³⁹ (BELTRÁN, 1995, p. 28). Confrontemos essa afirmação com uma de Kuhn, extraída do último capítulo de *A estrutura*:

Nas páginas precedentes apresentei uma descrição esquemática do desenvolvimento científico, de maneira tão elaborada quanto era possível neste ensaio. Entretanto, essas páginas não podem proporcionar uma conclusão. Se essa descrição captou a estrutura essencial da *evolução contínua da ciência*, colocou um problema especial: por que o empreendimento científico progride regularmente utilizando meios que a

¹³⁸ [...] utilizar esta expresión, asumir este concepto, implica enfrentarse a una larga serie de problemas historiográficos y metodológicos de enorme interés: problemas de periodización (Edad Media - Renacimiento - Modernidad); de relaciones o demarcación entre distintas disciplinas (ciencia - filosofía - teología) y sus respectivas historias: la posibilidad o necesidad de una historia más “sintética”, más global, etc. Piénsese especialmente en la cantidad de problemas, tanto historiográficos como filosóficos, suscitados por el libro de T. S. Kuhn *La estructura de las revoluciones científicas*.

¹³⁹ Por lo pronto, el término “revolución” se opone al de “evolución”.

Arte [...] ou a Filosofia não podem empregar? (KUHN, 1970b, p. 160; edição brasileira, p. 201, grifos nossos).

Ora, pela visão de Beltrán, como poderia Kuhn falar de evolução e, inclusive, “contínua”? Uma elucidação para essa questão aparece em *O caminho desde A estrutura*, onde Kuhn afirma: “os episódios evolucionários que introduzem novas espécies e removem as velhas são, evidentemente, aqueles que chamei, na *Estrutura*, de ‘revoluções’” (2000, p. 250; edição brasileira, p. 305). Aqui entendemos que fica explicado por que Kuhn fala de evolução – o processo de desenvolvimento da ciência como uma sucessão de paradigmas. Quanto à evolução contínua, parece plausível insistir que a visão de progresso contínuo não se confunde com progresso cumulativo. Uma evolução contínua compreende acumulação e revolução, de modo que continuidade, para Kuhn, não significa acumulação, como é suposto por alguns de seus intérpretes.

Bernard Cohen, em *Revolutions in Science*, em seção com o título “Por revolução ou evolução?”¹⁴⁰, discute a oposição entre as formas de concepção do desenvolvimento da ciência na história e afirma, discutindo a evolução darwiniana, que “é um paradoxo que esta ideia dominante de evolução foi evidenciada no contexto de uma das maiores revoluções na história da ciência”¹⁴¹ (COHEN, 1994, p. 274). A oposição entre revolução e evolução é importante porque atenta para a necessidade de buscarmos a caracterização da perspectiva kuhniana em seus próprios termos.

Como veremos a seguir, Kuhn, em textos escritos depois de *A estrutura*, busca elucidar muitos aspectos acerca da noção de revolução que pareceram inicialmente obscuros em seu primeiro ensaio. Todavia, já nessa obra, ele se mostra ciente de que sua caracterização é singular em relação à de outros historiadores. Tanto é verdade que, no início do livro, afirma: “esta concepção ampliada da natureza das revoluções científicas é delineada nas páginas seguintes. Não há dúvida de que esta ampliação força o sentido costumeiro da concepção” (KUHN, 1970b, p. 7; edição brasileira, p. 27). A questão acerca de por que o uso que ele faz de ‘revolução’ força o uso costumeiro da expressão é uma via

¹⁴⁰ *By Revolution or Evolution?*

¹⁴¹ *It is a paradox that this dominant idea of evolution was put forth in the context of one of the greatest revolutions in science's history.*

investigativa possível para a caracterização de revolução, para a explicitação da novidade no tratamento que apresenta em seu livro de 1962.

A caracterização de uma revolução científica, na perspectiva de Kuhn, como vimos, é exposta dentro de uma rede conceitual que é lhe é própria. Ao mesmo tempo em que apresenta a estrutura de um evento revolucionário seguindo uma abordagem inovadora, ele evoca visões anteriores para confrontação de perspectivas e consequentes esclarecimentos da nova visão defendida. Em nosso ponto de vista, entretanto, seus críticos interpretaram muitas de suas afirmações dentro de um referencial já disponível na história da ciência, sem atenção à peculiaridade com que foram apresentados. Isso ocorre, por exemplo, com relação à concepção de revoluções como mudanças drásticas e repentinas, tal como aquela de Watkins mencionada acima.

A afirmação de que Kuhn tenha alterado sua visão, apresentando uma visão mais moderada em relação às revoluções – fato admitido mais tarde pelo próprio Kuhn, conforme discutiremos adiante – não justifica a leitura parcial que é apresentada com relação à sua caracterização de revolução. Argumentamos que, mesmo se nos restringirmos à leitura de *A estrutura*, é possível encontramos uma caracterização de revolução que desmascara o antagonismo extremado que lhe é conferido em relação à visão duhemiana e que individualiza o entendimento kuhniano dos eventos revolucionários na história da ciência. A fim de evidenciar isso, procuramos, com o foco voltado para *A estrutura*, definir ‘revolução’ por negativas: uma revolução não é um processo acumulativo; não é um processo repentino; não é um evento isolado e não é necessariamente vasta.

1.4.2.1 Uma revolução não é processo acumulativo

A contraposição entre revolução e acumulação, presente em várias passagens de *A estrutura* é útil a dois fins: o de recusar a ideia de que a evolução da ciência se dê meramente por acumulação e o de explicitar que esta é, sim, uma parte constitutiva dela. Contra a visão em voga nos manuais científicos, Kuhn postula que a acumulação é processo

perceptível na história da ciência somente quando observado em um período de vigência de paradigma, em um período de ciência normal:

A ciência normal, atividade que consiste em solucionar quebra-cabeças, é um empreendimento altamente cumulativo, extremamente bem sucedido no que toca seu objetivo, a ampliação contínua do alcance e da precisão do conhecimento científico. Em todos esses aspectos, ela se adequa com grande precisão à imagem habitual do trabalho científico (KUHN, 1970b, p. 52; edição brasileira, p. 77).

A “ampliação contínua do alcance e da precisão” da ciência resulta do apego a um determinado paradigma, sem o qual não se poderia vislumbrar nenhuma realização. E, ao fim do período de sua vigência, “pelo menos parte dessas realizações sempre demonstra ser permanente” (KUHN, 1970b, p. 25; edição brasileira, p. 45). A “imagem habitual do trabalho científico”, contudo, não dá conta de explicar o surgimento das novidades sempre observadas no campo dos fatos e das teorias científicas. Quando essas novidades levam ao reconhecimento da transgressão das expectativas paradigmáticas em voga, o desenvolvimento da ciência se opera de modo diverso do ‘normal’:

A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações. Durante o período de transição haverá uma grande coincidência (embora nunca completa) entre os problemas que podem ser resolvidos pelo antigo paradigma e os que podem ser resolvidos pelo novo. Haverá igualmente uma diferença decisiva no tocante aos modos de solucionar os problemas. Completada a transição, os cientistas terão modificado a sua concepção da área de estudos, de seus métodos e de seus objetivos (KUHN, 1970b, pp. 84-85; edição brasileira, p. 116).

Ao período de crescimento cumulativo, é preciso, pois, segundo Kuhn, acrescentar o de mudança revolucionária para a compreensão do desenvolvimento científico. Nesse período de mudança, há uma reorientação na área de estudo que passa a não comportar a ideia de continuação cumulativa. E aqui tem lugar a noção de

descontinuísmo: a mudança de teoria, de métodos e padrões científicos. Kuhn (1970b, p. 85; edição brasileira, p. 116) se reporta à descrição dada por Butterfield a uma reorientação na ciência – “tomar o reverso da medalha” e à mudança da *gestalt* para falar da percepção da mudança na passagem de um paradigma a outro. Se essas comparações podem dar ensejo a muitas interpretações de que uma revolução ocorre repentinamente, *A estrutura* contém muita argumentação contrária. E aqui a segunda negativa indicada acima tem lugar.

1.4.2.2 Uma revolução não é processo repentino

Embora o sentido clássico de revolução, como apontam alguns, esteja atrelado à ideia de mudança brusca e repentina, Kuhn se situa num contexto em que historiadores da ciência já tinham apontado para a ideia de que revoluções são preparadas. Embora seja possível falar de grandes descobertas e de invenção de “teorias radicalmente novas” (KUHN, 1970b, p. 52; edição brasileira. 78), é preciso considerar que elas só podem ocorrer a partir de um paradigma, como decorrência do desenvolvimento da ciência normal. É o que afirma Kuhn:

Essas três classes de problemas – determinação do fato significativo, harmonização dos fatos com a teoria e articulação da teoria – esgotam, creio, a literatura da ciência normal, tanto a teórica quanto a empírica. Certamente não esgotam toda a literatura da ciência. Existem também problemas extraordinários e bem pode ser que sua resolução seja o que torna o empreendimento científico como um todo tão particularmente valioso. Mas os problemas extraordinários não surgem gratuitamente. Emergem apenas em ocasiões especiais, geradas pelo avanço da ciência normal. [...] Abandonar o paradigma é deixar de praticar a ciência que este define. [...] tais deserções realmente ocorrem. São os pontos de apoio em torno dos quais giram as revoluções científicas. Mas, antes de começar o estudo de tais revoluções, necessitamos de uma visão mais panorâmica das atividades da ciência normal que lhes *preparam* o caminho (KUHN, 1970b, p. 34; edição brasileira, p. 55, grifo nosso).

Por essa e outras afirmações¹⁴², é possível aproximar a visão de Kuhn à de Duhem quando este recusa a ideia do surgimento abrupto de uma nova teoria sem recurso à tradição. Duhem alega a necessidade do respeito à tradição; Kuhn afirma que toda interpretação em ciência pressupõe um paradigma. E, embora cientistas falem de intuições como “vendas que caem dos olhos” ou de uma “iluminação repentina”, essas intuições reúnem grande parte das experiências obtidas no velho paradigma e “as transformam em um bloco de experiências que, a partir daí, será *gradativamente* ligado ao novo paradigma e não ao velho” (KUHN, 1970b, p. 123; edição brasileira, p. 158, grifo nosso). Note-se que, embora um cientista possa experimentar uma “iluminação repentina” – e aqui podemos evocar a ideia de invenção ou descoberta, subjugada à de revolução como mudança brusca – a passagem a um novo paradigma ocorre gradativamente. Uma revolução em ciência pode ser experimentada – seja pelo cientista, seja pelo historiador – como evento abrupto, mas enquanto fruto de um empreendimento que é, por excelência, coletivo, só pode ser vista enquanto tal como um processo, que demanda tempo e maturação. “A história sugere que a estrada para um consenso estável na pesquisa é extraordinariamente árdua”, afirma Kuhn (1970b, p. 15; edição brasileira, p. 35).

1.4.2.3 Uma revolução não é um evento isolado

Como já anotado acima, Kuhn afirma que os historiadores encontram dificuldade para datar com precisão um processo revolucionário que exige consenso e tempo e que, devido ao vocabulário empregado, é visto comumente como um evento isolado. O fato de revoluções estarem comumente ligadas às grandes invenções ou descobertas favorece a interpretação da revolução como sendo o produto instantâneo e de um só homem. Kuhn explora um exemplo:

¹⁴² Existem outras passagens de *A estrutura* que denotam a ideia de uma preparação para uma revolução. Ao falar da exigência de um tempo para a assimilação de uma descoberta, Kuhn (1970b, pp. 55-56. Edição brasileira, p. 81) afirma que somente “quando todas essas categorias conceituais relevantes estão preparadas de antemão”, pode-se descobrir, ao mesmo tempo, rapidamente e sem esforço, que algo mudou e o que mudou. Em outra passagem Kuhn se refere às transformações revolucionárias como “graduais” (KUHN, 1970b, p. 111. Edição Brasileira, p. 146).

A proposição “O oxigênio foi descoberto”, embora indubitavelmente correta, é enganadora, pois sugere que descobrir alguma coisa é um ato simples e único, assimilável ao nosso conceito habitual (e igualmente questionável) de visão. Por isso supomos tão facilmente que descobrir, como ver ou tocar, deva ser inequivocadamente atribuído a um indivíduo e a um momento determinado no tempo. Mas esse último dado nunca pode ser fixado e o primeiro freqüentemente também não. [...] a descoberta de um novo tipo de fenômeno é necessariamente um acontecimento complexo, que envolve o reconhecimento da *existência de algo*, como de sua *natureza*. [...] Mas se tanto a observação como a conceitualização, o fato e a assimilação à teoria estão inseparavelmente ligados à descoberta, então esta é um processo que exige tempo (KUHN, 1970b, p. 55; edição brasileira, p. 81).

Descobertas só são vistas como revolucionárias quando ocasionarem mudança de paradigmas. No exemplo, Kuhn afirma que a questão acerca da prioridade com relação ao oxigênio não seria relevante se não estivesse intimamente ligada à emergência de um novo paradigma na química. E mais: que a descoberta do oxigênio “não foi em si mesma a causa da mudança na teoria química” (KUHN, 1970b, p. 56; edição brasileira, p. 82), uma vez que Lavoisier, antes dela, já havia se convencido de que havia algo de errado com a teoria flogística. Além do mais, as novidades em ciência precisam ser assimiladas, o que requer a elaboração de todo o campo de estudo que é afetado por elas. “Depois que elas se incorporam à ciência, o empreendimento científico nunca mais é o mesmo” para aqueles que trabalham no campo que lhes diz respeito (KUHN, 1970b, p. 52; edição brasileira, p. 78).

Kuhn, em *A estrutura* (1970b, p. 52; edição brasileira, p. 78), analisa distintamente descobertas (“ou novidades relativas a fatos”) de invenção (“ou novidades concernentes a teorias”), assinalando, contudo, que a distinção é artificial, uma vez que “a descoberta e a invenção não são categórica e permanentemente distintas” (KUHN, 1970b, p. 66; edição brasileira, p. 94.) Tanto num caso como em outro, o que fica evidente são as mudanças construtivas e destrutivas em paradigmas, o vínculo necessário a uma tradição de pesquisa. A descoberta, por exemplo, começaria “com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas

paradigmáticas que governam a ciência normal” (KUHN, 1970b, p. 52-53; edição brasileira, p. 78).

Descobertas como as do raio X, do oxigênio e da garrafa de Leyden, segundo Kuhn, não foram responsáveis isoladamente pelas alterações de paradigmas, verificáveis em revoluções como a copernicana, a newtoniana, a química e a einsteiniana. Além desses episódios famosos, ele acrescenta as mudanças “mais limitadas” de paradigmas, como as produzidas pela invenção de teorias, como a ondulatória da luz, a dinâmica do calor e a teoria eletromagnética de Maxwell (KUHN, 1970b, pp. 66; edição brasileira, p. 94). A invenção de teorias é abordada por Kuhn como exemplo de eventos revolucionários. Já na introdução de *A estrutura*, ele afirma que as características da mudança revolucionária “podem ser igualmente recuperadas através do estudo de muitos outros episódios que não foram tão obviamente revolucionários”. E acrescenta: “As equações de Maxwell, que afetaram um grupo profissional bem mais reduzido do que as de Einstein, foram consideradas tão revolucionárias como estas e como tal encontraram resistência” (KUHN, 1970b, pp. 6-7; edição brasileira, p. 26).

Invenção de novas teorias é uma exigência em estado de crise, uma resposta a um fracasso de um paradigma em resolver problemas. Revoluções não surgem ao acaso, teorias novas não surgem do nada; mas no interior de um conjunto de práticas e valores científicos que, em princípio, não visa realizar descobertas e tampouco gerar novas teorias, mas que se revelam fontes substanciais delas.

1.4.2.4 Uma revolução não é necessariamente vasta

Embora afirme que os exemplos mais óbvios de revolução científica são os episódios que no passado foram denominados de revolução, Kuhn defende que não são somente as invenções de novas teorias, como a Newton ou Einstein, que têm impacto

revolucionário. A sua concepção ampliada de uma revolução científica compreende também descobertas¹⁴³:

Os compromissos que governam a ciência normal especificam não apenas as espécies de entidades que o universo contém, mas também, implicitamente, aquelas que não contém. Embora este ponto exija uma discussão prolongada, segue-se que uma descoberta como a do oxigênio ou do raio X não adiciona apenas mais um item à população do mundo do cientista. Esse é somente o efeito final da descoberta – mas somente depois da comunidade profissional ter reavaliado os procedimentos experimentais tradicionais, alterado sua concepção a respeito de entidades com as quais estava de há muito familiarizada e, no decorrer desse processo, modificado a rede de teorias com as quais lida com o mundo (KUHN, 1970b, p.7; edição brasileira, p. 26).

Em virtude de ‘revolução’ ser definida como uma mudança de paradigma, é possível concebê-la dentro de uma especialidade. Segue-se daí que uma revolução ocorrente em uma determinada tradição de pesquisa pode não se entender necessariamente às outras. A descoberta do raio X, para os astrônomos, por exemplo, pode ser vista como um simples acréscimo ao conhecimento, uma vez que não afetou seus paradigmas. Kuhn afirma que o paralelo entre revoluções na política e na ciência serve para esclarecer como se processam, também, as pequenas revoluções:

Tanto no desenvolvimento político como no científico, o sentimento de funcionamento defeituoso, que pode levar à crise, é um pré-requisito para a revolução. Além disso, embora esse paralelismo evidentemente force a metáfora, é válido não apenas para as mudanças importantes de paradigma, tais como as que podemos atribuir a Copérnico e Lavoisier, mas também para as bem menos importantes, associadas com a assimilação de um novo fenômeno, como o oxigênio ou os raios X. [...] as

¹⁴³ Hoyningen-Huene (1993, p. 198) atenta para a extensão do conceito ‘revolução’, em Kuhn, que se daria por dois graus: 1) o da inclusão de teorias que têm impacto mais restrito, como a teoria da propagação da luz, a teoria dinâmica do calor e a teoria do eletromagnetismo de Maxwell, e 2) o da descoberta de novos fenômenos ou entidades na ciência. O segundo grau, a seu ver, não estenderia o significado do substantivo “revolução científica”, mas somente do adjetivo “revolucionário”, uma vez que Kuhn qualificaria descobertas como “revolucionárias” e não comumente como “revoluções”. Apesar dessa consideração realmente poder ser constatada em *A estrutura*, nós a ignoramos em nossa argumentação pelo fato de que tanto descobertas como invenção de novas teorias são abordadas por Kuhn como eventos causadores de mudança de paradigma. Além disso, em outras obras, ele se refere a descobertas propriamente como ‘revoluções’, o que pode ser observado em Kuhn (1977, p. XVII). Diferentemente de Hoyningen-Huene, Bernard Cohen (1994, p. XIX) afirma que Kuhn refere-se sempre às pequenas e grandes revoluções.

revoluções científicas precisam parecer revolucionárias somente para aqueles cujos paradigmas sejam afetados por elas. Para observadores externos, podem parecer etapas normais de um processo de desenvolvimento [...] (KUHN, 1970b, pp. 92-93; edição brasileira, p. 126).

Além da descoberta do oxigênio e do raio X, Kuhn discute outros exemplos de revoluções de amplitudes menores, como a descoberta de Urano e a garrafa de Leyden. Assim, a ampliação do conceito de revolução em *A estrutura* passa a abarcar, além das grandes revoluções, as pequenas. No prefácio de *A tensão essencial*, reafirmando a ideia da necessidade de admitir as mudanças revolucionárias para a compreensão do desenvolvimento científico, Kuhn afirma que, na maior parte das vezes, as ocorrências revolucionárias são pequenas, apontando, como exemplos destas, as descobertas do oxigênio e do planeta Urano (KUHN, 1977, p. xvii; edição portuguesa, p. 20).

A caracterização de uma revolução científica pelo que ela não é, tal como apresentamos acima, permite-nos estabelecer uma contraposição nítida entre o conceito de revolução em Kuhn e aquele indicado por historiadores e filósofos da ciência em seu sentido clássico¹⁴⁴. Desse modo, se é um fato que Duhem altera o significado do termo ‘revolução’ em relação à noção clássica, o mesmo pode ser afirmado de Kuhn.

1.4.3 O conceito de revolução reavaliado

Conforme se pode observar, as passagens selecionadas nos itens acima são, em sua maioria, de capítulos diversos de *A estrutura* e são encontradas em meio à discussão e apresentação de todos os aspectos envolvidos no desenvolvimento científico (ciência normal, crise, anomalia, etc.). Em um artigo – “O que são revoluções científicas?” – escrito quase vinte anos após esse livro, Kuhn retoma a discussão anterior e fornece uma caracterização mais sintética dos dois tipos de desenvolvimento científico ao qual havia se dedicado no livro de 1962. No referido artigo, fornece três características significativas

¹⁴⁴ Referimo-nos aqui à noção de revolução criticada por Duhem, tal como indicado por Brenner acima. Lembramos que a noção de revolução como evento abrupto e radical é frequentemente encontrada em textos de história e filosofia da ciência, inclusive como uma acepção que seria a kuhniana.

partilhadas por três eventos tidos por ele como revolucionários. O primeiro exemplo explorado é famoso na história da ciência clássica – o da transição da física aristotélica para a newtoniana. O segundo, bem menos familiar, é o da descoberta da pilha elétrica por Alessandro Volta, em 1800 e o terceiro, o da teoria do corpo negro, de Max Planck, sobre o qual versa o livro de Kuhn, publicado em 1978, *Black-Body Theory and Quantum Discontinuity: 1894-1912*. Na exploração desses três exemplos interessam-nos as características que partilham grandes e pequenas revoluções¹⁴⁵, que são, segundo Kuhn, “pistas únicas sobre um aspecto central do desenvolvimento científico” (KUHN, 2000, p. 13; edição brasileira, p. 24).

A primeira característica de uma revolução é seu caráter holístico. Diferentemente do período de desenvolvimento cumulativo, que se processa gradualmente, passo a passo, e no qual se acrescenta ou apenas se revisa uma parte, permanecendo as demais inalteradas, é preciso, numa revolução, “viver com a incoerência ou revisar várias generalizações inter-relacionadas” (KUHN, 2000, p. 29; edição brasileira, p. 41). Kuhn exemplifica o holismo nos exemplos de revoluções abordados:

[...] no meu último exemplo [teoria dos corpos negros] [...], não se pode apenas mudar a descrição do elemento de energia ϵ . É preciso também mudar a noção que se tem do que seja um ressoador, pois os ressoadores, em qualquer sentido normal do termo, não podem se comportar como se comportam. Simultaneamente, para permitir o novo comportamento, é preciso mudar, ou tentar mudar, as leis da mecânica e da teoria eletromagnética. Do mesmo modo, no segundo exemplo [a descoberta da pilha elétrica], não se pode apenas mudar de idéia sobre a ordem dos elementos numa célula de uma pilha. A direção da corrente, o papel do circuito externo, o conceito de resistência elétrica etc., precisam também ser modificados. Ou ainda, no caso da física aristotélica, não se pode simplesmente descobrir que o vácuo é possível ou que o movimento é um estado, e não uma mudança-de-estado; uma imagem integrada de vários aspectos da natureza tem de ser mudada ao mesmo tempo (KUHN, 2000, p. 29; edição brasileira, p. 41).

¹⁴⁵ No artigo mencionado, Kuhn não estabelece a distinção entre o que é a grande e o que é a pequena revolução. Entendemos, contudo, que seu primeiro exemplo é bastante contrastante com os dois últimos do ponto de vista das considerações históricas acerca desses eventos enquanto revoluções, motivo pelo qual acreditamos estar diante de ocasião em que ele mescla tipos de revoluções diferentes quanto às suas extensões.

A segunda característica de uma revolução está intimamente ligada à primeira. Trata-se da mudança de significado que sofrem certas palavras ou expressões no modo pelo qual elas se ligam à natureza, de “uma mudança na maneira por que são determinados os seus referentes” (KUHN, 2000, p. 29; edição brasileira, p. 42). Kuhn reconhece que a alteração do modo pelo qual os termos se ligam à natureza também ocorre na ciência normal. Entretanto, numa revolução, a mudança se processa em várias categorias taxonômicas – elementos essenciais para as descrições e generalizações científicas. Essa mudança não afeta somente os critérios para a classificação de fenômenos, mas também o modo pelo qual esses fenômenos são distribuídos entre as categorias já existentes. Ele mostra como isso ocorre nos seus exemplos de revolução.

O que tinham sido exemplos paradigmáticos de movimento para Aristóteles — da bolota para o carvalho, ou da doença para a saúde — não eram, de modo algum, movimentos para Newton. Na transição, uma família natural deixou de ser natural; seus membros foram redistribuídos entre conjuntos preexistentes; e apenas um deles continuou mantendo o nome antigo. Ou ainda, o que tinha sido a unidade de célula da pilha de Volta não era mais o referente de termo algum quarenta anos depois de ela ter sido inventada. Embora os sucessores de Volta ainda lidassem com metais, líquidos e o fluxo de carga, as unidades de suas análises eram diferentes, e inter-relacionadas de modo diferente (KUHN, 2000, p. 30; edição brasileira, p. 42).

A terceira e última característica partilhada pelas três revoluções comentadas é, segundo Kuhn, embora mais difícil de ser percebida, a mais importante das três. Trata-se da alteração da própria linguagem que é exigida pelas novas descobertas. Há, nas revoluções, uma modificação do conhecimento da natureza que é inerente à própria linguagem. Kuhn exemplifica:

Fazer que o vazio ou um movimento linear infinito fossem parte da ciência exigiu relatos observacionais que somente podiam ser formulados alterando-se a linguagem com a qual a natureza era descrita. Até que essas mudanças ocorressem, a própria linguagem resistiu à invenção e à introdução das novas teorias procuradas. Suponho que a mesma resistência por parte da linguagem seja a razão para a mudança de Planck de “elemento” e “ressoador” para “*quantum*” e “oscilador” (KUHN, 2000, p. 32; edição brasileira, p. 44-45).

Na sequência dessa passagem, é significativa a afirmação com que Kuhn conclui seu texto “O que são revoluções científicas”. Diz ele que a “violação ou alteração de uma linguagem científica não-problemática é a pedra de toque para a mudança revolucionária” (2000, p. 32; edição brasileira, p. 45). Como vimos, as três características partilhadas pelos exemplos de revolução explorados por Kuhn se inserem todas no âmbito da discussão da linguagem científica, um tema que possibilita a identificação de elementos básicos de uma revolução e permite, ainda, a diferenciação desta do progresso cumulativo na ciência.

As mudanças revolucionárias são diferentes e bem mais problemáticas. Elas envolvem descobertas que não podem ser acomodadas nos limites dos conceitos que estavam em uso antes de elas terem sido feitas. A fim de fazer ou assimilar uma tal descoberta, deve-se alterar o modo como se pensa, e se descreve, algum conjunto de fenômenos naturais (KUHN, 2000, p. 14-15; edição brasileira, p. 25).

Esse aspecto central da diferenciação entre progresso cumulativo e revolucionário aparece indicado já na introdução de *A estrutura*, na qual Kuhn apresenta o conceito de incomensurabilidade:

[...] os estágios do desenvolvimento da maioria das ciências têm-se caracterizado pela contínua competição entre diversas concepções de natureza distintas; cada uma delas parcialmente derivadas e todas apenas aproximadamente compatíveis com os ditames da observação e do método científico. O que diferenciou essas várias escolas não foi um ou outro insucesso do método – todas elas eram “científicas” – mas aquilo que chamaremos a incomensurabilidade – de suas maneiras de ver o mundo e nele praticar a ciência (KUHN, 1970b, p. 4; edição brasileira, p. 23).

A noção de incomensurabilidade ganha um tratamento detalhado nos trabalhos posteriores de Kuhn, conforme assinala Hoyningen-Huene (1993, p. 206-218) e domina grande parte dos artigos de *O caminho desde A estrutura*. Num deles, “Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade”, de 1982, Kuhn relata que o termo ‘incomensurabilidade’ foi empregado por ele e Feyerabend pela primeira vez em 1962 e

que, mesmo depois de exposto o problema, muito se falou de mudança conceitual sem que ninguém tenha enfrentado as dificuldades que levaram tanto ele quanto Feyerabend a abordar o tema. Quando o discutiu pela primeira vez, Kuhn equiparou mudanças de teorias a mudanças de *gestalt*, o que favorece bastante nosso propósito de investigação acerca das mudanças revolucionárias. Em *A estrutura*, encontramos a comparação: aquilo que antes da revolução aparecia como um pato para o cientista se transforma posteriormente num coelho; aquele que antes via o exterior da caixa por cima, passa a ver seu interior por baixo. Essas transformações, diz Kuhn, são graduais e acompanham o treinamento científico.

Um estudante de física aprende a ver. Contudo, o que aprende a ver não está determinado de forma definitiva, mas depende do contexto, da tradição específica de ciência normal em que for treinado. Quando uma tradição de pesquisa muda, quando uma revolução ocorre, o cientista aprende de novo. A percepção que o cientista tem de seu meio ambiente deve ser reeducada: ele deve ver uma nova forma em situações com as quais já estava acostumado. Uma pessoa que observa uma demonstração da psicologia da *gestalt* sabe que sua percepção se modificou, já que pode alterá-la repetidamente. Sabendo que nada se modificou em seu meio ambiente, ela se atenta não mais à figura (pato ou coelho), mas às linhas contidas no papel que está olhando; pode até mesmo aprender a observar as linhas sem mesmo ver a(s) figura(s) que via e poderá então dizer, afirma Kuhn, que vê essas linhas alternadamente como pato ou coelho, o que efetivamente não ocorria antes da experiência da demonstração. Quando isso ocorre ao cientista, “o mundo de suas pesquisas parecerá, aqui e ali, incomensurável com o que habitava anteriormente” (KUHN, p. 1970b, p. 112; edição brasileira, p. 176). É nesse sentido que Kuhn trata “as revoluções como mudanças de concepção de mundo”, título de um de seus capítulos de *A estrutura*.

A equiparação da mudança revolucionária a uma mudança de concepção de mundo aparece já em *A revolução copernicana*, onde Kuhn afirma que, embora o nome ‘revolução’ seja singular, o evento sobre o qual se debruçou é plural (KUHN, 1970a, p. VI), já que a revolução copernicana não foi somente uma transformação da astronomia matemática, mas uma revolução de ideias cosmológicas, físicas, filosóficas e religiosas; foi uma transformação na concepção humana do universo.

Em se tratando da revolução copernicana, não é difícil a assimilação desse ponto de vista kuhniano, dada a amplitude de tal revolução, de certo modo, já anteriormente consagrada pela história da ciência. O que se pode questionar é em que medida uma revolução pequena pode ser vista como “uma mudança de mundo”. Ou ainda, para quem ocorre uma mudança? Em “Reflexões sobre meus críticos”, texto de 1970, Kuhn fornece uma resposta a esta questão: “às vezes, a resposta é fácil: a astronomia copernicana foi uma revolução para todos; o oxigênio foi uma revolução para os químicos, mas não, digamos, para os astrônomos matemáticos” (KUHN, 2000, p. 146; edição brasileira, p. 182). Por outro lado, Kuhn reconhece a complexidade muitas vezes envolvida na identificação de quem experimenta revoluções:

Via de regra, contudo, não é possível identificar grupos que compartilham compromissos cognitivos simplesmente nomeando um assunto científico – astronomia, química, matemática, etc. Isso, porém, é o que acabo de fazer aqui e o que fiz antes em meu livro. Alguns assuntos científicos – por exemplo, o calor – pertenceram a diferentes comunidades científicas em diversas ocasiões, algumas vezes a várias ao mesmo tempo, sem se tornar o domínio especial de nenhuma delas (KUHN, 2000, p. 146-147; edição brasileira, p.182).

Kuhn ainda ressalta aí a existência de escolas científicas que abordam o mesmo tema, mas de um modo completamente diferente, citando como exemplo os estudiosos franceses da eletricidade no início do século XIX, pertencentes à escola diversa dos estudiosos britânicos. Assinala, na sequência, a importância e urgência de um estudo da estrutura comunitária na ciência, que seria seu assunto primeiro, caso estivesse reescrevendo *A estrutura*, uma ideia que ele já havia mencionado no pós-fácio de 1969 a este livro. No artigo “Comensurabilidade, comparabilidade, comunicabilidade”, mais de dez anos depois, encontramos também uma possível resposta à questão “Para quem ocorre uma revolução?”:

O conceito de revolução científica originou-se na descoberta de que, para compreender qualquer porção da ciência do passado, o historiador precisa, em primeiro lugar, aprender a linguagem em que tal passado estava escrito. Tentativas de tradução para uma linguagem posterior seguramente falham, e o processo de aprendizagem de linguagem é, portanto, interpretativo e hermenêutico. Uma vez que o

sucesso na interpretação é em geral alcançado em grandes parcelas [...], a descoberta que o historiador faz do passado repetidamente envolve o reconhecimento súbito de novos padrões ou *gestalts*. Segue-se que, pelo menos o historiador experiencia, com efeito, revoluções. Essas teses encontravam-se no cerne de minha posição original, e ainda insisto nelas (KUHN, 2000, p. 56-57; edição brasileira, p. 75).

Essa citação de Kuhn é bastante esclarecedora quanto à sua análise do progresso científico, considerada em toda a extensão de sua obra. Por ela, ele rebate algumas críticas que lhe tinham sido imputadas pela sua teoria da incomensurabilidade acompanhadas da suspeita (de seu crítico Kitcher) de que ele já não estaria mais (vinte anos após inserir o conceito de incomensurabilidade) muito preocupado em distinguir o desenvolvimento científico normal do revolucionário (KUHN, 2000, p. 56; edição brasileira, p. 74-75). E aí Kuhn afirma: “reconheço a força dessas posições [dos seus críticos], pois minha própria concepção da mudança revolucionária tem se tornado cada vez mais moderada” (KUHN, 2000, p. 56; edição brasileira, p. 75). Isso, contudo – afirma –, não implica numa argumentação em favor da acumulação, ou seja, na negação de revoluções. Está mantida a ideia de que a incomensurabilidade é, sim, um critério para a identificação de mudanças revolucionárias.

Agora, a afirmação de Kuhn de que sua concepção de revoluções tem se tornado cada vez mais moderada é reforçada por outras passagens de outros artigos de *O caminho desde A estrutura*¹⁴⁶. O trecho seguinte ilustra o teor dessas passagens:

Se eu estivesse reescrevendo agora *A Estrutura*, enfatizaria mais a mudança de linguagem e menos a distinção normal/revolucionário. Mas eu ainda discutiria as dificuldades especiais sofridas pelas ciências com a mudança holística de linguagem, e procuraria explicar essa dificuldade como resultado da necessidade que têm as ciências de uma precisão especial na determinação da referência (KUHN, 2000, p. 57; edição brasileira, p. 76).

Em seu artigo, “O caminho desde *A estrutura*”, de 1990, Kuhn faz uma análise retrospectiva de sua concepção do progresso da ciência, afirmando, então, que o assunto

¹⁴⁶ Outras passagens em que Kuhn afirma sua visão mais moderada acerca da distinção “normal/revolucionário” quanto ao progresso científico podem ser encontradas nas páginas 97 e 250 de KUHN (2000); na edição brasileira, nas páginas 124 e 305.

que mais o preocupava era justamente a incomensurabilidade – um “componente essencial de qualquer concepção histórica, desenvolvimentista ou evolucionária, do conhecimento científico” (KUHN, 2000, p. 91; edição brasileira, p. 116). Dessa forma, a atenção à incomensurabilidade é antídoto ao historiador da ciência tendente a considerar sem sentido ou equivocadas as concepções de cientistas de épocas passadas. No artigo, Kuhn afirma que, somente há poucos anos, havia percebido a importância da incomensurabilidade entre as teorias das especialidades científicas para a compreensão do paralelo entre a evolução biológica e o desenvolvimento da ciência¹⁴⁷. Aí ele acrescenta uma informação que importa em nossa tentativa de compreender o que ocorre numa revolução: o fato de que as mudanças revolucionárias podem produzir uma especiação, uma divisão em novos campos do desenvolvimento da ciência. Essa especiação, diz Kuhn, é muito parecida com casos de especiação biológica, de modo que o “paralelo biológico da mudança revolucionária” – ele corrige sua visão anterior – “não é a mutação [...], mas a especiação” (KUHN, 2000, p. 98; edição brasileira, p. 125), que está intimamente atrelada às revoluções.

A evolução da ciência, segundo Kuhn, pode ser comparada com a evolução darwiniana; é “um processo empurrado por trás em vez de puxado em direção a algum objetivo fixo do qual ele se aproxima cada vez mais” (KUHN, 2000, p. 115; edição brasileira p. 145). O historiador da ciência tem de se atentar sempre para o contexto de onde começa sua narrativa, compreender a situação do momento a partir do qual se iniciam os eventos que almeja descrever. A partir daí, sua narrativa abarca as mudanças transcorridas ao longo do tempo e a compreensão de como ocorreram essas mudanças, ou seja, da própria evolução da ciência.

Em *A revolução copernicana*, ele mostra como esta revolução precisou de cento e cinquenta anos para ser completada e de como os antecessores e sucessores de Copérnico influíram para o desdobramento dela. *De Revolutionibus*, obra responsável pela revolução, ele afirma, é, ao mesmo tempo, o culminar de uma tradição passada e a fonte de uma nova tradição futura (KUHN, 1970a, p. 134). De início, a afirmação do vínculo de Copérnico com o passado e o futuro poderia ser interpretada de modo semelhante à de Duhem, que vê em Leonardo da Vinci um elo entre passado e futuro. Embora a afirmação de Kuhn esteja

¹⁴⁷ O paralelo é sugerido no posfácio de 1969 de *A estrutura* (KUHN, 1970b, 206. Edição brasileira, p. 252).

formulada com termos apropriados para se abordar uma ruptura entre tradições de pesquisa (a obra de Copérnico é, ao mesmo tempo, o “culminar” de uma tradição passada e “fonte” de nova tradição), o modo de formulação não deixa de ser semelhante ao de Duhem na contextualização histórica do antes e depois. Há ainda outra afirmação sobre a lentidão da revolução copernicana que lembra passagem da obra de Duhem sobre rupturas: “o universo de duas esferas é o antepassado de Copérnico: nenhum esquema conceitual nasce do nada”¹⁴⁸ (KUHN, 1970a, p. 41). Um pouco mais adiante, afirma Kuhn: “As grandes transformações nos conceitos fundamentais da ciência ocorrem gradualmente” (KUHN, 1970a, p. 182).

Agora, é interessante retomarmos a ideia kuhniana de que, pelo menos, o historiador experimenta revoluções e a confrontarmos com a seguinte afirmação:

Ao final da narrativa [histórica], essas mudanças podem ser consideráveis, mas ocorreram em pequenos incrementos, cada estágio historicamente situado em um ambiente um tanto diferente daquele do estágio anterior. E em cada um desses estágios, com exceção do primeiro, o problema do historiador não é entender por que as pessoas tinham as crenças que tinham, mas por que escolheram mudá-las, por que teve lugar essa mudança incremental (KUHN, 2000, p. 114; edição brasileira, p.141).

É interessante observar também a afirmação de Kuhn, em texto que dista quase vinte anos de *A estrutura* e em que menciona a lei de Boyle, de que a “esmagadora maioria dos avanços científicos é desse tipo cumulativo normal” (KUHN, 2000, p. 14; edição brasileira, p. 24). Todavia, devemos lembrar que, ainda que Kuhn admita, em seus textos tardios, uma diminuição na ênfase da distinção entre ciência normal e revoluções, há, de sua parte, uma insistência na necessidade de observação dos elementos imprescindíveis para uma historiografia que reflita mais consistentemente o que é o empreendimento científico e que se encontram intimamente ligados a eventos revolucionários: a incomensurabilidade e a especiação. O historiador da ciência, em uma narrativa, observará os acréscimos cumulativos (aumento de precisão, de consistência, de amplitude de

¹⁴⁸ Compare-se esta citação àquela de Duhem, citada na página 58 deste trabalho.

aplicação, etc.), mas também a reorganização, a modificação significativa de uma teoria que ele experimentará como revolucionária.

Em suma, pode-se dizer que a reavaliação kuhniana do conceito de revolução não altera as teses centrais necessárias à caracterização da estrutura das revoluções em ciência. Se Kuhn, analisando em retrospectiva sua obra, afirma que poderia ter feito isso ou aquilo de modo divergente, sua auto-avaliação se deve à consideração que teve por seus críticos, no sentido de ser mais bem compreendido e de desenvolver suas reflexões à luz de um frutífero debate.

Ao caráter esquemático de *A estrutura*, poder-se-ia acrescentar outras justificativas para o fato de que as transições paradigmáticas por estágios, por exemplo, não tenham sido exploradas na obra. Entre essas justificativas talvezoubessem algumas de cunho histórico. E aqui vale lembrar que a época em que Kuhn escreve sua obra mais famosa é marcada pela exaltação das revoluções em ciência. A nova historiografia é também a de uma história de revoluções e rupturas. É interessante lembrar que é nesse contexto – sabemos pelos relatos de Kuhn – que ocorre sua “descoberta” da revolução, fato que marca não só sua trajetória intelectual, mas os rumos da nova historiografia da qual sua obra se tornou parte significativa e, doravante, também analisada e criticada.

1.4.4 A revolução científica na revolução historiográfica

A revolução historiográfica, detectada por Kuhn ao tempo de sua inserção na história da ciência teve, para muitos, sua efetivação com a publicação de *A estrutura*, que veio estabelecer, de vez, a importância de se compreender as revoluções científicas como partes inquestionáveis do desenvolvimento científico. Com isso, a alternativa ‘continuismo ou descontinuísmo’, como é geralmente apresentada, não é colocada como questão acerca do modo da ciência se desenvolver, mas somente como portadora de rótulos aplicáveis a determinadas visões em momentos também determinados da história da ciência. Quando aplicados, esses rótulos carregam com eles diversas características. Assim, continuismo é identificado com acumulação, com historiografia *whig* (ou anacronismo histórico), com a

recusa da ocorrência de revoluções, com evolução gradual do conhecimento e com a velha historiografia. De outra parte, o descontínuísmo aparece relacionado a mudanças bruscas, revoluções radicais, historiografia hermenêutica e a nova historiografia.

Com essas denominações, é possível, como vimos acima, agrupar alguns historiadores de um lado e outros de outro. Daí encontrarmos, por exemplo, as visões de Duhem e Sarton como opostas às de Koyré e Kuhn. Pelo que temos observado até aqui, essa separação é demasiadamente grosseira e a análise que Kuhn apresenta do movimento da passagem da velha para a nova historiografia mostra o quanto ela o é. Já indicamos como os poucos comentários de Kuhn em relação a Duhem poupam esse último de ser enquadrado na velha historiografia da ciência, ao lado de Sarton – aos olhos de Kuhn, um típico defensor do progresso por acumulação. E quanto a Koyré?

Pinto de Oliveira chama atenção para as considerações de Kuhn sobre a historiografia de Koyré, presentes na resenha de *Metaphysics and Measurement – Essays in the Scientific Revolution*, publicada na revista *Encounter*, em 1970. Aí lemos:

A importância de Koyré para a NHC é afirmada por Kuhn em muitos textos, em geral de passagem, mas no texto da *Encounter* que estamos considerando, ao contrário de outros, há também reservas e críticas a Koyré. Como a que se volta contra a idéia de que “a boa física se faz a priori” (p. 68). Kuhn se pergunta como pôde Koyré ter deixado de discutir o papel desempenhado pela observação de pêndulos no argumento de Galileu. E comenta: “Esse não é um deslize trivial e ilustra algo mais sobre Koyré. Ele exagerou a universalidade de seus insights e incorreu em enganos, alguns até notórios” (PINTO DE OLIVEIRA, 2010, p.16).

A crítica de Kuhn, segundo Pinto de Oliveira (2010, p. 16), revela que Koyré não realizava plenamente o que se esperava da nova historiografia, na medida em que agia, à vista de Kuhn, “como a maioria dos historiadores tradicionais da ciência” que, “sabendo de antemão o que constitui conhecimento científico, se sentia autorizada a selecionar os trabalhos dos personagens que estudavam, pinçando as passagens em que parecia haver contribuições duradouras à ciência”.

Não podemos deixar de lembrar as considerações de Duhem referentes à prioridade acerca das descobertas científicas (Cf. páginas 30-31 deste trabalho) porque, a nosso ver, aquelas considerações o aproximam de Kuhn e o distanciam de Koyré. E aqui

são pertinentes, mais uma vez, as considerações de Pinto de Oliveira (2010, p. 19) quando chama a atenção para o papel de Kuhn na nova historiografia, lembrando que “ele já não se coloca certas questões nem procura por certas respostas como fizeram os historiadores tradicionais, inclusive o próprio Koyré”.¹⁴⁹ O quadro que obtemos então é o de Duhem e Kuhn, de um lado, e Koyré, de outro, no que se refere à importância em determinar com exatidão datas e nomes na história de descobertas científicas, um quadro bastante diverso do encontrado usualmente.

Agora, é compreensível que correlações entre historiadores da ciência sejam estabelecidas a partir de análises apresentadas por outros importantes historiadores. Nossa própria tese começou com uma correlação desse tipo e nossa pesquisa nos conduziu a outras. Assim, se Koyré é considerado por Kuhn (um descontinuísta) como um historiador que dá início à nova historiografia, Duhem poderia ser visto como um historiador *whig*, já que é criticado por Koyré pela defesa da continuidade da ciência. Se Sarton é visto por Kuhn como um historiador *whig*, pode ser afirmado que ele negava a ocorrência de revoluções na ciência, já que o descontinuísmo é característica marcante na história da ciência de Koyré, o iniciador da nova historiografia. Poderíamos continuar a apresentar algumas outras correlações que dariam margem a outras associações entre historiadores, encontradas em nossa investigação. Essas mencionadas, no entanto, já servem para evidenciar o quanto podem gerar de equívocos. A impressão que temos é a de que os intérpretes de Duhem e Kuhn, à semelhança dos velhos historiadores da ciência que selecionavam contribuições adequáveis a uma concepção de ciência preconcebida, também procuraram selecionar passagens que corroborariam concepções acerca do desenvolvimento científico (continuismo e descontinuísmo), já determinadas previamente.

¹⁴⁹ Como vimos (na página 76 deste trabalho), Ariew e Barker corroboram a idéia de que Koyré estaria, de fato, preocupado em estabelecer as contribuições científicas passadas a partir de um ponto de vista contemporâneo, quando afirmam que Koyré interpretou literalmente a frase de Duhem sobre o nascimento da ciência moderna porque, para ele, deveria haver tal momento.

1.5 Duhem e Kuhn: visões antagônicas?

Iniciamos a seção anterior com intuito de buscar elementos caracterizadores do processo revolucionário segundo Kuhn. Afirmamos a hipótese de que poderíamos, por oposição, estabelecer parâmetros para verificar o estatuto de revoluções no continuísmo duhemiano. Na tentativa, acabamos apontando características que aproximam as perspectivas inicialmente opostas em relação ao desenvolvimento da ciência. Se, de um lado, isso sinaliza contrariamente à afirmação da distância entre continuísmo e descontinuísmo no que se refere às visões de Duhem e Kuhn, a tarefa, afinal, rendeu frutos. Pela caracterização kuhniana das revoluções, até aqui esboçada, encontramos, de fato, elementos que nos permitem refletir sobre a abordagem duhemiana de episódios tidos comumente como revolucionários pela história da ciência. O elemento central diz respeito à incomensurabilidade que se desdobra em outros elementos, como a atenção à integridade do contexto histórico, holismo e especiação, entre outros. A questão que levantamos aqui é: pode tal elemento ser um indicativo de real oposição entre eles? Dizemos real oposição por conta de que a usual caracterização feita por seus intérpretes é a de um quadro parcial no que toca ao esclarecimento do que realmente seja o continuísmo duhemiano e o descontinuísmo kuhniano.

Em primeiro lugar, lembramos que Duhem é visto como continuísta por uns porque nega a revolução do século XVII; por outros, porque nega a ocorrência de quaisquer revoluções na ciência; por outros, ainda, porque só considera revoluções no campo da metafísica, etc. Podemos observar que, para qualquer uma dessas alternativas de se conceber continuísmo, é possível encontrarmos contra-exemplos na obra de Duhem. Ainda que as observássemos tal como são apresentadas, sem nenhum recurso à obra duhemiana, não estaríamos já em situações paradoxais? Se Duhem transporta a revolução do século XVII para o século XIII, como afirmar a continuidade do progresso científico? Se ele nega revoluções, como falar de revoluções no terreno da metafísica fora da história da ciência?

Agora, diante de outras considerações de Duhem acerca de revoluções, podemos observar que a análise do continuísmo a ele imputado se torna um tanto mais ampla. De modo muito geral, conjecturamos que algumas afirmações críticas a ele dirigidas

requerem uma maior atenção à sua obra, sobretudo a de que sua visão do século XVII é depreciativa e a da negação da ocorrência de revoluções na história da ciência.

Vimos como Duhem tem sido acusado de exagerar em sua interpretação histórica, de modo a dar conta de seu continuísmo. Parece-nos que seus intérpretes têm também, de certo modo, exagerado em suas afirmações, para fazer valer a oposição continuísmo e descontinuísmo, seja por colocar Duhem num extremo, seja por colocar Kuhn no outro. Se nos deparamos com certa obscuridade na caracterização de continuísmo, podemos também perceber uma certa obscuridade na interpretação do descontinuísmo em Kuhn. Afinal, como compreender revoluções enquanto mudanças bruscas, se o próprio Kuhn trata a revolução copernicana, por exemplo, como gradual? Como detectar com precisão o momento de ruptura na história da ciência, se o mesmo Kuhn afirma que revoluções não são o produto de um único homem e nem ocorrem de um dia para o outro? É com estas questões em mente que nos voltamos para as obras de Duhem e Kuhn no intuito de investigar dois eventos a que comumente se tem rotulado de revoluções científicas.

CAPÍTULO 2

A REVOLUÇÃO COPERNICANA

Se para Kuhn a revolução copernicana “está entre os episódios mais fascinantes de toda a história da ciência” (KUHN, 1970a, p. 03)¹⁵⁰, ela aparece também na obra de Duhem, como veremos a seguir, como um evento singularmente significativo. É por esse motivo que a análise das referências de ambos acerca da contribuição de Copérnico para o desenvolvimento da ciência nos parece bastante proveitosa para uma reflexão sobre alguns elementos caracterizadores dos episódios tidos comumente como revolucionários pela historiografia da ciência.

2.1 A visão kuhniana

No livro em que empreende um estudo sobre a revolução copernicana, de 1957, Kuhn manifesta algumas de suas ideias características sobre a ‘nova historiografia’, anunciada mais tarde em *A estrutura das revoluções científicas*. A sua história – ele sugere no prefácio de *A revolução copernicana* – tem alcance e objetivos diversos de outras (muitas) histórias anteriores. Além de uma transformação na astronomia matemática, o evento comportaria mudanças conceituais na cosmologia, física, filosofia e religião. Devido à pluralidade dessa revolução, a empreitada investigativa lhe parece ser “uma oportunidade ideal para descobrir como e com que efeito os conceitos de muitos campos diferentes estão entrelaçados num único sistema de pensamento”¹⁵¹ (KUHN, 1970a, p. VII) e como é necessária e profícua a combinação da história da ciência com uma história intelectual. Os conceitos científicos – diz Kuhn – “são ideias e, enquanto tais, são o assunto da história intelectual”¹⁵² (KUHN, 1970a, p. VIII). Como a revolução copernicana foi uma revolução

¹⁵⁰ [...] is among the most fascinating episodes in the entire history of science.

¹⁵¹ [...] an ideal opportunity to discover how and with what effect the concepts of many different fields are woven into a single fabric of thought.

¹⁵² [...] are ideas, and as such they are the subject of intellectual history.

de ideias, seu primeiro propósito foi uma reforma dos conceitos fundamentais da astronomia (KUHN, 1970a, p. 1).

A fim de apresentar como a mudança conceitual se processou na revolução copernicana, Kuhn, empreendendo o que, a seu ver, faz o historiador numa narrativa histórica, começa seu livro pela “preparação do cenário, ou seja, pela descrição do estado de coisas existente no início da série de eventos que constitui a narrativa propriamente dita” (KUHN, 2000, p. 112; edição brasileira, p. 141)¹⁵³. O cenário posto para a revolução copernicana comporta as antigas concepções acerca da estrutura do universo, no qual o par antagônico antigo/moderno acompanha a exposição gradual do desenvolvimento da astronomia. Ao lado da exposição histórica, são dignas de nota algumas considerações kuhnianas que atestam a imbricação entre a história e a filosofia da ciência, como a passagem que segue:

A mutabilidade dos seus conceitos fundamentais não é argumento para se rejeitar a ciência. Cada nova teoria científica preserva o núcleo do conhecimento fornecido por sua predecessora e acrescenta algo a ele. A ciência progride substituindo as teorias antigas por novas. Mas uma época tão dominada pela ciência como a nossa necessita de uma perspectiva a partir da qual se possa examinar as crenças científicas que levaram tanto tempo para serem confirmadas, e a história fornece uma fonte importante de tal perspectiva. Se pudermos descobrir as origens de alguns conceitos científicos modernos e o modo pelo qual eles suplantaram os conceitos de uma época anterior, estaremos mais aptos para avaliar inteligentemente as suas possibilidades de sobrevivência (KUHN, 1970a, pp. 3-4).¹⁵⁴

A análise da história, segundo Kuhn, pode não responder a questões acerca do que seja uma teoria científica, de qual seria sua utilidade, sua função, etc., mas pode, sim, servir para dar significado a questões desse tipo (KUHN, 1970a, p. 4). A história da

¹⁵³ Essa afirmação é de texto do início da década de 90. Contudo, já em *A revolução copernicana*, Kuhn anuncia, no capítulo 5 (A inovação de Copérnico), que tratará ali propriamente da contribuição de Copérnico, uma vez que, até então, havia preparado o cenário sobre o qual a revolução ocorreu.

¹⁵⁴ *The mutability of its fundamental concepts is not an argument for rejecting science. Each new scientific theory preserves a hard core of knowledge provided by its predecessor and adds to it. Science progresses by replacing old theories with new. But an age as dominated by science as our own does need a perspective from which to examine the scientific beliefs which it takes so much for granted, and history provides one important source of such perspective. If we can discover the origins of some modern scientific concepts and the way in which they supplanted the concepts of an earlier age, we are more likely to evaluate intelligently their chances for survival.*

revolução copernicana ilustra alguns dos processos pelos quais os conceitos científicos evoluem e substituem seus predecessores (KUHN, 1970a, p. 4). A grande alteração conceitual empreendida por Copérnico foi a derrocada da concepção do “universo de duas esferas”, predominante desde a Grécia antiga. Boa parte do livro se detém na elucidação da origem e desenvolvimento dessa concepção.

Após discorrer sobre os conceitos envolvendo os astros e seus movimentos no contexto do nascimento da cosmologia científica, Kuhn se detém – em tópico separado – para discutir as “funções de um Esquema Conceitual”. Aí esclarece que o universo de duas esferas é produto da imaginação humana; que, embora sendo estabelecido com base em observações, um esquema conceitual, ou seja, uma teoria¹⁵⁵, sempre transcende a experiência. A teoria do universo de duas esferas, ainda que não seja completa, já que não explica o movimento dos planetas, ilustra muito bem as funções “lógica” e “psicológica” que as teorias científicas podem executar para aqueles que as criam ou delas se servem (KUHN, 1970a, p. 38).

No caso da teoria do universo de duas esferas, a característica mais óbvia – sugere Kuhn – é a ajuda que dá à memória do astrônomo. Essa característica – ele completa a seguir – “é frequentemente chamada economia conceitual” (KUHN, 1970a, p. 36)¹⁵⁶. Em vez de ter de guardar na memória uma lista extensa de fatores de cada observação realizada, o astrônomo deduz as observações do modelo imaginado da teoria que construiu e que abarca os fenômenos observados. Diz Kuhn:

Um homem que observa o céu com o universo de duas esferas firmemente fixado em sua mente descobrirá que o esquema conceitual revela um padrão entre diferentes observações não relacionadas, que uma lista das observações se torna, pela primeira vez, um todo coerente e que os itens individuais da lista são, por isso, mais facilmente recordados. Sem esses resumos ordenados que as suas teorias fornecem, a ciência não seria capaz de acumular tão imensa quantidade de informações detalhadas sobre a natureza (KUHN, 1970a, p. 37).¹⁵⁷

¹⁵⁵ A correlação entre “esquema conceitual” e “teoria” é de Kuhn (1970a, p. 35).

¹⁵⁶ [...] *is often called conceptual economy.*

¹⁵⁷ *A man who observes the heavens with the two-sphere universe firmly fixed in his mind will find that the conceptual scheme discloses a pattern among otherwise unrelated observations, that a list of the observations becomes a coherent whole for the first time, and that the individual items on the list are therefore more easily remembered. Without these ordered summaries which its theories provide science would be unable to accumulate such immense stores of detailed information about nature.*

Uma teoria tomada enquanto uma economia conceitual tem uma função lógica. A teoria do universo de duas esferas se manteve com sucesso – com enorme sucesso, diz Kuhn (KUHN, 1970a, p. 37), porque é, em comparação com o modelo da astronomia moderna, muito mais simples e pôde continuar a ser empregada na prática da navegação e agrimensura com precisão. Do ponto de vista da função psicológica, essa teoria, contudo, perdeu seu valor desde a revolução copernicana. Kuhn explicita a diferença entre a função lógica e a função psicológica e como essas partes constitutivas se relacionam em um esquema conceitual:

A economia como função puramente lógica e a satisfação cosmológica como função puramente psicológica situam-se nos extremos opostos de um espectro. Muitas outras funções importantes se situam dentro do espectro, entre esses limites, dependendo tanto da estrutura lógica da teoria quanto de seu apelo psicológico, de sua habilidade de evocar crença. Por exemplo, um astrônomo que acredita na validade do universo de duas esferas descobrirá que a teoria não só fornece um resumo conveniente das aparências, mas também que as *explica*, permitindo-lhe *compreender* porque elas são o que são (KUHN, 1970a, p. 38).¹⁵⁸

Segundo Kuhn, as palavras “explicar” e “compreender” envolvem tanto aspectos lógicos quanto psicológicos presentes nos esquemas conceituais. No entanto, do ponto de vista psicológico, a teoria do universo de duas esferas só pode fornecer uma explicação se for tomada como verdadeira¹⁵⁹. Mesmo salientando a implausibilidade de prova decisiva acerca da veracidade de um esquema conceitual, Kuhn considera comum e indispensável o compromisso que o cientista adota com relação a ele. Em seu ponto de vista, é esse compromisso que concede funções novas e importantes às teorias científicas. A história da ciência apresenta muitos exemplos de esquemas conceituais nos quais uma vez

¹⁵⁸ *Economy as a purely logical function, and cosmological satisfaction as a purely psychological function, lie at opposite ends of a spectrum. Many other significant functions lie within the spectrum, between these limits, depending both upon the logical structure of the theory and upon its psychological appeal, its ability to evoke belief. For example, an astronomer who believes in the validity of the two-sphere universe will find that the theory not only provides a convenient summary of the appearances, but that it also explains them, enabling him to understand why they are what they are.*

¹⁵⁹ “seja lá o que ‘verdade’ possa significar”, diz Kuhn (1970a, p. 39).

se acreditou fervorosamente e que foram substituídos por outros incompatíveis (KUHN, 1970a, p. 39).

A função lógica propicia praticidade para os que se utilizam de uma teoria, cuja utilidade é exemplificada por Kuhn com a citação das viagens de Colombo. Diz ele que as viagens não teriam sido empreendidas, nem tampouco a ciência comportaria novas observações futuras, sem o guia propiciado por um esquema conceitual. Guiado por um, o cientista se lança ao desconhecido, acreditando saber o que procurar e o que encontrar. A sugestão kuhinana é a de que essa seja, talvez, a mais importante função de um esquema conceitual na ciência, já que ele normalmente propicia a organização da investigação. O cientista normalmente se depara com a necessidade de alargar ou modificar o esquema conceitual do qual partiu.

O universo de duas esferas é exemplo para se verificar como ocorre uma incrementação em um esquema conceitual: desenvolvido inicialmente para explicar os movimentos diurnos das estrelas e o modo como esses movimentos variavam com a localização do observador na Terra, o esquema foi expandido com intuito de ordenar e simplificar as observações do movimento do sol e, a seguir, para possibilitar a investigação do movimento irregular dos planetas, um problema inabordável antes de o movimento total dos céus ter sido ordenado.

O desvio momentâneo de Kuhn em sua narrativa histórica para abordar as funções de um esquema conceitual na ciência é inteiramente justificado quando ele indica que grande parte de seu livro *A revolução copernicana* trata da utilidade de esquemas conceituais específicos como guias para a investigação e também como estruturas para organizar o conhecimento (KUHN, 1970a, p. 40). Ao fim da seção, ele afirma:

O melhor exemplo da fecundidade [de um esquema conceptual] é, no entanto, a história contada no todo deste livro. O universo de Copérnico é, ele próprio, o produto de uma série de investigações que o universo das duas esferas tornou possível: a concepção de uma terra planetária é o exemplo mais forte da orientação efetiva dada à ciência pela concepção incompatível de uma terra central única. É por isso que uma discussão sobre a revolução copernicana deve começar com um estudo da cosmologia das duas esferas que o copernicanismo, no final das contas, tornou obsoleta. O universo de duas esferas é a origem do universo

copernicano; nenhum esquema conceitual nasce do nada (KUHN, 1970a, 41).¹⁶⁰

A análise e a compreensão de uma revolução só são possíveis se compreendermos em que consistiu a mudança a partir de um estado anterior de coisas. No caso da revolução copernicana, o estado anterior da astronomia era constituído pela teoria das duas esferas que dominou a astronomia por muito tempo. Analisadas as duas situações – a anterior e a posterior – é perceptível a mudança ocorrida.

A explicitação kuhniana da importância de um esquema conceitual em *A revolução copernicana* é, em muitos aspectos, esclarecedora das análises que, mais tarde, ele empreenderia acerca da incomensurabilidade enquanto marca característica de revoluções. Em *A estrutura das revoluções científicas*, em que a tese da incomensurabilidade é apresentada, a revolução de Copérnico está sempre entre os exemplos mais mencionados para caracterizar a mudança de uma teoria para outra incompatível com ela. Passagem bastante significativa, nesse contexto, é o exemplo empregado por Kuhn para explicar a conversão de um cientista a uma nova teoria:

Ao olhar a Lua, o convertido ao copernicismo não diz “costumava ver um planeta, mas agora vejo um satélite”. Tal locução implicaria afirmar que em um sentido determinado o sistema de Ptolomeu fora, em certo momento, correto. Em lugar disso, um convertido à nova astronomia diz: “antes eu acreditava que a Lua fosse um planeta (ou via a Lua como planeta), mas estava enganado”. Esse tipo de afirmação repete-se no período posterior às revoluções científicas [...] (KUHN, 1970b, p. 115; edição brasileira, pp. 149-150).

Em outra passagem de *A estrutura*, a revolução copernicana serve para exemplificar como se dá a comunicação em momentos de transição de uma teoria para outra, em momentos em que se processam mudanças conceituais significativas na ciência:

¹⁶⁰ *The very best example of fruitfulness is, however, the story told in the whole of this book. The Copernican universe is itself the product of a series of investigations that the two-sphere universe made possible; the conception of a planetary earth is the most forceful illustration of the effective guidance given to science by the incompatible conception of a unique central earth. That is why a discussion of the Copernican Revolution must begin with a study of the two-sphere cosmology which Copernicanism ultimately made obsolete. The two-sphere universe is the parent of the Copernican; no conceptual scheme is born from nothing.*

Consideremos, por exemplo, aqueles que chamaram Copérnico de louco porque este proclamou que a Terra se movia. Não estavam, nem pouco, nem completamente errados. Parte do que entendiam pela expressão “Terra” referia-se a uma posição fixa. Pelo menos, tal terra não podia mover-se. Do mesmo modo, a inovação de Copérnico não consistiu simplesmente em movimentar a Terra. Era antes uma maneira completamente nova de encarar os problemas da Física e da astronomia, que necessariamente modificava o sentido das expressões “terra” e “movimento”. Sem tais modificações, o conceito de Terra em movimento era uma loucura (KUHN, 1970b, pp. 149-150; edição brasileira, p. 189).

Essa passagem remete à mudança da linguagem científica, vista como um processo holístico. Segundo Kuhn, “o caráter distintivo da mudança revolucionária na linguagem é que ela altera não apenas os critérios pelos quais os termos se ligam à natureza, mas também, por extensão, o conjunto de objetos ou situações a que esses termos se ligam” (KUHN, 2000, pp. 29-30; edição brasileira, p. 42). A revolução copernicana aparecerá como exemplo em passagens nas quais Kuhn estuda mais detalhadamente o holismo linguístico em *O caminho desde A estrutura*, onde ele afirma:

Um aspecto de toda revolução [...] é que algumas das relações de similaridade mudam. Objetos que antes estavam agrupados no mesmo conjunto são agrupados, em seguida, em conjuntos diferentes, e vice-versa. Pensem no Sol, na Lua, em Marte e na Terra antes e depois de Copérnico [...] Uma vez que a maioria dos objetos, até mesmo dentro dos conjuntos alterados, continua a ser agrupada, os nomes dos conjuntos são geralmente preservados (KUHN, 2000, pp. 172-173; edição brasileira, p. 213).

Depois de Copérnico, a Terra passou a ser um planeta, como Marte, diferentemente da concepção anterior em que pertenciam a diferentes “famílias naturais” (KUHN, 2000, pp. 203-204; edição brasileira, p. 250). A redistribuição, segundo Kuhn, sempre envolve mais de uma categoria e, porque as categorias de um esquema conceitual são interdefinidas, a alteração é necessariamente holística (KUHN, 2000, p. 30; edição brasileira, pp. 42-43).

A consideração de Kuhn de que aqueles que chamaram Copérnico de “louco” não estavam completamente errados mostra a atitude interpretativa do historiador em face

de um determinado contexto histórico investigado. É essa atitude que o leva a firmar em *A revolução copernicana*: “não é difícil perceber por que os antigos acreditavam no universo de duas esferas. O problema é descobrir por que a concepção foi abandonada” (KUHN, 1970a, p. 44)¹⁶¹. A história kuhniana é uma tentativa de mostrar compreensivamente como se deu a passagem do esquema conceitual antigo para o moderno. Nessa tentativa, é reiterada claramente sua concepção de que as “grandes transformações nos conceitos fundamentais da ciência ocorrem gradualmente” (KUHN, 1970a, p. 182)¹⁶² e de como a história da revolução copernicana pode servir de caso exemplar para mostrar como ocorre tal transformação.

2.2 A revolução copernicana na visão duhemiana

O título desta seção pode parecer paradoxal: como falar de ‘revolução copernicana’ na visão do continuísta Duhem? À primeira vista, a dificuldade é ampliada pela leitura do primeiro parágrafo de *Le système du monde*, a obra em que Duhem traça a “história das doutrinas cosmológicas de Platão a Copérnico”. Aí aparece claramente explícita sua perspectiva continuísta:

Na gênese de uma doutrina científica, não há começo absoluto. Por mais que se remonte à linhagem dos pensamentos que prepararam, sugeriram, anunciaram essa doutrina, sempre se chegará a opiniões que, por sua vez, tinham sido preparadas, sugeridas e anunciadas. E se paramos de seguir esse encadeamento de ideias que tinham procedido umas das outras, não é que se tenha alcançado o elo inicial, mas é que a cadeia mergulha e desaparece nas profundezas de um passado insondável (DUHEM, 1988, p. 5).¹⁶³

¹⁶¹ *It is not hard to realize why the ancients believed in the two-sphere universe. The problem is to discover why the conception was given up.*

¹⁶² *Major upheavals in the fundamental concepts of science occur by degrees.*

¹⁶³ *En la genèse d'une doctrine scientifique, il n'est pas de commencement absolu; si haut que l'on remonte la lignée des pensées qui ont préparé, suggéré, annoncé cette doctrine, on parvient toujours à des opinions qui, à leur tour, ont été préparées, suggérées et annoncées; et si l'on cesse de suivre cet enchainement d'idées qui ont procédé les unes des autres, ce n'est pas qu'on ait mis la main sur le maillon initial, mais c'est que la chaîne s'enfonce et disparaît dans les profondeurs d'un insondable passé.*

O ponto de partida de Duhem para sua história das doutrinas cosmológicas, como ele mesmo afirma, é tomado arbitrariamente dada a impossibilidade de se remontar a um princípio verdadeiramente primeiro. Apesar de anunciar o início de sua história em Platão, o primeiro filósofo cujos escritos foram conservados inteiros e autênticos, Duhem se detém inicialmente na filosofia pitagórica que, em seu ponto de vista, tinha inspirado as concepções platônicas no que diz respeito aos movimentos celestes; afirma, também, a existência de uma cadeia ininterrupta da evolução das ideias cosmológicas, uma cadeia na qual é reabilitada a ciência da Idade Média:

Toda a astronomia da Idade Média contribuiu para a formação do sistema de Copérnico. Por intermédio da ciência islâmica, a astronomia da Idade Média se liga às doutrinas helênicas; essas doutrinas, as mais perfeitas, que nos são bem conhecidas, derivam de ensinamentos de escolas antigas da qual conhecemos muito pouco. Essas escolas, por sua vez, tinham herdado as teorias astronômicas dos egípcios, dos assírios, dos caldeus, dos indus, teorias das quais não conhecemos quase nada [...] (DUHEM, 1988, p. 05).¹⁶⁴

Como se dão as ligações entre as escolas no curso do tempo é o que Duhem visa mostrar em sua extensa obra. Ainda que, lamentavelmente, ela não chegue a abordar mais minuciosamente as contribuições de Copérnico¹⁶⁵, sua análise permite uma reflexão sobre a visão acerca do que se costuma denominar ‘revolução copernicana’, mesmo porque, desde o início da obra, Duhem não deixa de mostrar o que Copérnico mudaria na história da astronomia, apresentando as ideias mais importantes que permaneceriam até a “revolução copernicana”, expressão que ele mesmo emprega diversas vezes em *Le système du monde*. Paralelamente aos registros da evolução de concepções diversificadas acerca de importantes conceitos na história da cosmologia, tais como infinito, lugar, tempo, vazio, é

¹⁶⁴ *Toute l'Astronomie du Moyen-Age a contribué à la formation du système de Copernic; par l'intermédiaire de la Science islamique, l'Astronomie du Moyen-Age se relie aux doctrines helléniques; les doctrines helléniques les plus parfaites, celles qui nous sont bien connues, dérivent des enseignements d'antiques écoles dont nous savons fort peu de choses; ces écoles, à leur tour, avaient hérité des théories astronomiques des Égyptiens, des Assyriens, des Chaldéens, des Indiens, théories dont nous ne connaissons presque rien [...]*

¹⁶⁵ Quando Duhem faleceu, em 1916, havia deixado manuscritos que, embora publicados integralmente, não dão acabamento à obra. Brenner (1990a, p. 175), seguindo indicação de Manville, afirma que, levando-se em conta que o décimo volume termina na análise da obra de Paul de Venise, pode-se julgar, pelo período que faltava estudar até Copérnico, que a obra comportaria ainda mais dois volumes. Os cinco primeiros foram publicados entre 1913 e 1917 e os demais somente entre 1954 e 1959.

perceptível na obra duhemiana a insistência na defesa de uma evolução das ideias. Após expor o sistema astronômico de Filolau, citando o historiador G. Schiaparelli, Duhem atenta para a importância desse sistema, desprezado por historiadores que interpretam as teorias do passado com critérios do presente:

“Se o apreciarmos como convém, diz G. Schiaparelli, ligando-o aos dogmas fundamentais da filosofia pitagórica, ele [o sistema de Filolau] aparecerá certamente como uma das mais felizes invenções do gênio humano. E, entretanto, alguns autores modernos, incapazes de se transportar, pelo pensamento, àqueles tempos em que toda a ciência estava para se criar a partir de fundamentos, falaram dele com desprezo. Eles o submeteram às mesmas regras da crítica como se se tratasse de julgar uma obra científica atual” (DUHEM, 1988, pp. 20-21).¹⁶⁶

Em diversas passagens de *Le système du monde*, Duhem apresenta as contribuições de cientistas que, muitas vezes, ele chamará de “germes” para o desenvolvimento do copernicanismo. Em seu ponto de vista, foram muitos os que prepararam o terreno para a revolução copernicana. Isso, todavia, não quer dizer que ele ignore as mudanças significativas e apresente Copérnico como um mero continuador. Ainda que busque mostrar, no curso da história que narra, a preparação do terreno para a revolução, é claro seu reconhecimento em relação ao promotor de tal revolução. Comentando sobre a importância do *Almagesto*, ele afirma (1988, p. 467): “Após a revolução astronômica, da qual Copérnico foi o iniciador, ter resultado nos *Principia* de Newton, tornou-se moda tratar com desdém zombador a obra que coordenava o sistema geocêntrico há muito tempo em vigor” (DUHEM, 1988, p. 467)¹⁶⁷. Obviamente, a afirmação de Duhem nessa passagem tem por intuito relevar o significado do *Almagesto* para a história da astronomia, o que é perfeitamente compreensível, já que a passagem citada é extraída de seção sobre a composição matemática de Ptolomeu. O que nos interessa

¹⁶⁶ *Si on l'apprécie comme il convient, dit G. Schiaparelli, en le reliant aux dogmes fondamentaux de La Philosophie pythagoricienne, il apparaît certainement comme l'une des plus heureuses inventions du génie humain. Et cependant, certains auteurs modernes, incapables de se transporter par la pensée à ces temps où toute la science était à créer à partir des fondations, en ont parlé avec mépris; ils l'ont soumis aux mêmes règles de critique que s'il s'était agi de juger une œuvre scientifique actuelle.*

¹⁶⁷ *Après que la révolution astronomique dont Copernic fut l'initiateur eut abouti aux Principes de Newton, il fut de mode de traiter avec dédain moqueur l'œuvre qui coordonnait le système géocentrique longtemps en vigueur.*

é que Duhem não deixa de mencionar a ocorrência de uma revolução iniciada por Copérnico.

Agora cabe indagar: se Duhem insiste na evolução contínua das ideias, em que sentido ele emprega a expressão ‘revolução copernicana’? Poderia se tratar simplesmente do emprego de uma expressão já consagrada pela história da ciência? É difícil responder afirmativamente a essa última questão face à seguinte afirmação duhemiana: “A revolução copernicana, ao destruir o sistema geocêntrico, elimina as mesmas bases sobre as quais repousava essa teoria da gravidade” (DUHEM, 1989a p. 342)¹⁶⁸. A passagem é extraída de *La théorie physique*, obra em que Duhem procura mostrar a lenta evolução da teoria da gravidade até o trabalho final de Newton. Aí acompanhamos a exposição de muitos nomes que figuram na história da ciência duhemiana como importantes para se abordar essa teoria. Note-se que, em meio à defesa da continuidade, deparamo-nos com a afirmação do desmoronamento do sistema geocêntrico e das consequências dessa revolução.

A maioria das passagens em que Copérnico é mencionado na obra que Duhem dedica à história das doutrinas cosmológicas se destina à apresentação de pensadores anteriores, que teriam antecipado algumas ideias do grande astrônomo, que contribuiriam para seu sistema teórico; enfim, para indicar as inovações que preparariam, de certa forma, o cenário para a revolução. Todavia, existe, ao menos, uma passagem na qual encontramos sinais que indicam a dimensão que a revolução copernicana teria para Duhem e que aparece ao fim do capítulo IV do primeiro volume de *Le système du monde*, dedicado à física de Aristóteles. Após exaltar a obra aristotélica como um monumento de “inabalável solidez” e “a mais bela obra de arte”, Duhem afirma:

Da física aristotélica, entretanto, não restará pedra sobre pedra. A ciência moderna, para substituir essa física, deverá demolir sucessivamente todas as suas partes. Sem dúvida, muitos fragmentos, emprestados do monumento antigo, serão retomados para construir as paredes do novo edifício; mas antes de encontrar lugar nesse sistema para o qual eles não tinham sido talhados, precisarão receber formas totalmente diferentes daquelas que ostentavam outrora; e, muito frequentemente, será muito difícil reconhecê-los para aquele que não

¹⁶⁸ *La révolution copernicaine, en ruinant le système géocentrique, renverse les bases même sur lesquelles reposait cette théorie de la pesanteur.*

seguiu o trabalho de retoques sucessivos aos quais foram submetidos (DUHEM, 1988, p. 240, grifos nossos)¹⁶⁹.

Como podemos observar, se Duhem conduz sua narrativa histórica de modo a mostrar a evolução gradual e contínua do desenvolvimento da ciência, ele não deixa de assinalar também as mudanças significativas que ocorreram nesse processo. Aliás, como ele mesmo afirma, para aquele que não acompanha essa evolução contínua, fica difícil reconhecer que a ciência do presente possa ter relações com a ciência do passado, que ela esteja, de algum modo, ligada a seu antepassado e que seja fruto de uma árvore que se desenvolveu lentamente. No caso da física aristotélica, Duhem é claro: à primeira vista, a evolução gradual desaparece. A física que a segue, ainda que construída com elementos daquela, terá nova forma, que, à primeira vista, em nada lembra a anterior. Mas até que isso fosse um fato, muito tempo decorreu.

Logo após seu nascimento, a mecânica celeste de Aristóteles será combatida; [...] será negada porque não concorda com os fatos. Fora dela e contra ela, veremos erguerem-se outras mecânicas celestes, de início, o sistema heliocêntrico, depois o sistema dos excêntricos e epiciclos. Com Hiparco e Ptolomeu, esse último sistema triunfará entre os astrônomos; mas até a Renascença, essa vitória será contestada pelos filósofos peripatéticos, conservadores obstinados do princípio dos movimentos homocêntricos. E essa contestação só terá fim no dia em que a revolução copernicana, exumando a mecânica celeste heliocêntrica, rejeitará, ao mesmo tempo, o sistema das esferas homocêntricas para a terra e o sistema dos excêntricos e epiciclos (DUHEM, 1988, p. 240-241)¹⁷⁰.

¹⁶⁹ *De la Physique d'Aristote, cependant, il ne restera pas pierre sur pierre. La Science moderne, pour se substituer à cette Physique, en devra démolir successivement toutes les parties; sans doute, maint fragment, emprunté au monument antique, sera repris pour bâtir les murs du nouvel édifice; mais avant de trouver place dans cet appareil pour lequel il n'avait pas été taillé, il lui faudra recevoir une figure toute différente de celle qu'il affectait jadis; et, bien souvent, il serait fort malaisé de le reconnaître à qui n'aurait pas suivi le travail de retouches successives auquel on l'a soumis.*

¹⁷⁰ *Aussitôt après sa naissance, la Mécanique céleste d'Aristote se trouvera combattue; [...] elle sera niée parce qu'elle ne s'accorde pas avec les faits. Hors d'elle et contre elle, on verra se dresser d'autres Mécaniques célestes, d'abord le système héliocentrique, puis le système des excentriques et des épicycles. Avec Hipparque et Ptolémée, ce dernier triomphera parmi les astronomes; mais jusqu'à la Renaissance, cette victoire sera contestée par les philosophes péripatéticiens, conservateurs obstinés du principe des mouvements homocentriques; et cette contestation ne prendra fin qu'au jour où la révolution copernicaine, exhumant la Mécanique céleste héliocentrique, rejettera à la fois le système des sphères homocentriques à la terre et le système des excentriques et des épicycles.*

Essa síntese histórica da mecânica de Aristóteles é exemplo da competição entre teorias, vista por Duhem como uma constante na história da ciência. Em seu ponto de vista, o historiador superficial, atento somente às substituições de teorias, não percebe um outro movimento de progresso científico que é contínuo. É verdade que teorias são substituídas por outras; contudo, elas herdaram caracteres (conceitos, princípios e leis) de teorias anteriores, sem as quais não teriam o desenvolvimento que apresentam. A disputa entre teorias pode resultar no aniquilamento de uma delas e foi isso o que, na visão de Duhem, ocorreu com a de Aristóteles:

A batalha [no campo da astronomia] só terá fim no dia em que o triunfo das hipóteses de Copérnico matará da mesma morte as hipóteses de Aristóteles e as de Ptolomeu.

Essa guerra parece ainda mais ampla se nos remontamos às suas causas primeiras; ela determina, de um lado, aqueles que querem que a física seja deduzida de um sistema filosófico determinado e, de outro, aqueles que não exigem nada dela senão que ela esteja plenamente de acordo com a experiência. Assim considerada, ela aparece como a primeira fase de um debate que durará, sem dúvida, tanto quanto o pensamento humano (DUHEM, 1984b, pp. 62-63)¹⁷¹.

Enquanto traça a história da disputa entre diferentes teorias e da substituição de uma teoria por outra, Duhem não deixa de fornecer elementos para a interpretação dessas teorias em seus contextos e um dos aspectos a que se atenta é a elucidação do significado de conceitos científicos em contextos específicos. Eis um exemplo:

O significado da palavra *movimento* toma assim, na língua de Aristóteles, uma extensão extrema; ela não tem de modo algum a estreiteza que tem na física moderna em que designa somente o movimento pelo qual um corpo é transportado de um lugar a outro, o *movimento local* (DUHEM, 1988, pp. 160-161)¹⁷².

¹⁷¹ *La bataille ne prendra fin qu'au jour où le triomphe des hypothèses de Copernic tuera de la même mort les hypothèses d'Aristote et les hypothèses de Ptolémée.*

Cette guerre apparaît plus ample encore si l'on remonte à ses causes premières; elle met aux prises, d'une part, ceux qui veulent que la Physique se déduise d'un système philosophique déterminé, et, d'autre part, ceux qui exigent rien d'elle, sinon qu'elle s'accorde exactement avec l'expérience. Ainsi considérée, elle apparaît comme la première phase d'un débat qui durera sans doute aussi longtemps que la pensée humaine.

¹⁷² *La signification du mot mouvement prend ainsi, dans la langue d'Aristote, une étendue extrême; elle n'a nullement l'étroitesse qu'elle a prise dans la Physique moderne, où elle désigne seulement le mouvement par lequel un corps est transporté d'un lieu dans un autre, le mouvement local.*

Na mesma seção, dedicada à física de Aristóteles, lemos:

O que Aristóteles nomeia movimento em linha reta é o que os geômetras modernos nomeiam *movimento de translação*; todos os pontos do corpo movido descrevem, ao mesmo tempo, retas iguais e paralelas. O movimento em círculo considerado pelo estagirita é o que nós chamamos o movimento de *rotação ao redor de um eixo* (DUHEM, 1988, p. 171)¹⁷³.

Duhem emprega a expressão “moderna”, assinalando uma distinção entre um momento anterior e posterior da ciência, marcando a ocorrência de uma mudança perceptível ao historiador. A interpretação de uma teoria passada é, muitas vezes, resultante de um processo de compreensão de “uma língua estranha à nossa” (DUHEM, 1987d, p. 176). A preocupação, aliás, com o entendimento do que, por exemplo, Aristóteles designava “movimento” mostra que Duhem leva em conta também as modificações semânticas dos conceitos científicos. E Copérnico, para Duhem, foi certamente responsável por algumas dessas modificações.

2.3 A revolução copernicana para Kuhn e Duhem: confluências?

Diante dos breves apontamentos acima, parece-nos plausível afirmar o proveito de um maior escrutínio da revolução copernicana nas obras de Kuhn e Duhem, com intuito de identificar os aspectos envolvidos numa revolução. Podemos perceber que ambos estiveram preocupados com a mudança de significado dos conceitos científicos; que defenderam a necessidade de uma atitude interpretativa do historiador para compreender a evolução da linguagem da ciência; que reconheceram a alternância e sucessão de teorias, muitas vezes incompatíveis com as anteriores.

A afirmação duhemiana de que a física moderna tem forma inteiramente diferente da física aristotélica da qual descende, uma constituição que torna irreconhecíveis

¹⁷³ *Ce qu'Aristote nomme mouvement en ligne droite, c'est ce que les géomètres modernes nomment mouvement de translation; tous les points du corps mú décrivent, en même temps, des droites égales et parallèles. Le mouvement en cercle considéré par le Stagirite, c'est ce que nous appelons le mouvement de rotation autour d'un axe.*

os elementos herdados da física antiga, é significativa para se abordar uma mudança revolucionária e pensar a proximidade com a narrativa histórica de Kuhn. Ambos estabelecem a oposição entre a astronomia antiga e moderna, sendo Aristóteles e Copérnico os personagens centrais envolvidos na análise histórica que apresentam. Poder-se-ia argumentar que essa oposição é óbvia e presente em qualquer história da cosmologia ou da revolução copernicana. No entanto, para um propósito investigativo voltado para posições rotuladas comumente como “continuista” e “descontinuista”, a oposição antigo/moderno passa a ser importante porque permite a identificação de uma semelhança entre Duhem e Kuhn insuspeitada à primeira vista. Outras semelhanças são dignas de observação e apontam para confluências entre os dois filósofos e historiadores da ciência.

2.3.1 Esquemas conceituais

A narrativa histórica kuhniana da revolução de Copérnico é conduzida pela análise de um esquema conceitual: do que é, de como e para que é utilizado; de como é modificado e suplantado por outro. Ainda que Kuhn esteja centrado na revolução copernicana, deixa explícito como essa análise explica, substancialmente, o que constitui o empreendimento científico. Não é sem razão que Westman (1994, p. 81), referindo-se a *A revolução copernicana*, denomina essa obra de “narrativa filosófica”. São as considerações do filósofo Kuhn referentes a um esquema conceitual que abordamos agora.

A distinção entre a função lógica e psicológica de um esquema conceitual em *A revolução copernicana* lembra a distinção entre as partes representativa e explicativa de uma teoria física estabelecida por Duhem em *La théorie physique*. Duhem, nessa obra, estabelece que a meta da teoria física não é a explicação, mas a representação (e classificação) lógica das leis experimentais. Em seu ponto de vista, a análise da história permite verificar que, quando se analisa

uma teoria criada por um físico que se propõe explicar as aparências sensíveis, geralmente não tardamos a reconhecer que essa teoria é formada de duas partes muito distintas: uma é parte simplesmente representativa que se propõe classificar as leis; a outra é a parte

explicativa que se propõe a apreender a realidade sob os fenômenos (DUHEM, 1989a, p. 43).¹⁷⁴

Como Kuhn, Duhem (1989a, p. 3-4) discute o significado de ‘explicar’, atentando para o caráter hipotético (às vezes, efêmero) das explicações. Ambos assinalam que a parte lógica¹⁷⁵ de uma teoria é a que permanece e se prolonga na história¹⁷⁶ e identificam aí sua utilidade: a “economia conceitual”, segundo Kuhn, ou “economia intelectual” ou “de pensamento”, conforme Duhem, seguindo Mach. É notável como apresentam essa característica de uma teoria científica de forma semelhante, conforme se pode observar nas passagens de suas obras que selecionamos abaixo.

Talvez a característica mais notável do universo de duas esferas seja a ajuda que ele dá à memória do astrônomo. Essa característica de um esquema conceitual é geralmente denominada economia conceitual. [...]
Sem esses resumos ordenados fornecidos pelas suas teorias, a ciência não seria capaz de acumular tão imenso estoque de informações detalhadas sobre a natureza (KUHN, 1970a, p. 36-37).¹⁷⁷

[A] condensação de uma grande quantidade de leis em um pequeno número de princípios é uma imensa ajuda para a razão humana que não poderia, sem um artifício parecido, armazenar as novas riquezas que ela conquista a cada dia (DUHEM, 1989a, p. 27).¹⁷⁸

Tanto Kuhn quanto Duhem se referem aqui ao acúmulo de informações sobre a natureza, à incrementação da teoria, à forma de crescimento cumulativo da ciência. Em

¹⁷⁴ [...] *une théorie créée par un physicien qui se propose d'expliquer les apparences sensibles, on ne tarde pas, en général, à reconnaître que cette théorie est formée de deux parties bien distinctes; l'une est la partie simplement représentative qui se propose de classer les lois; l'autre est la partie explicative qui se propose, au-dessous des phénomènes, de saisir la réalité.*

¹⁷⁵ A designação “parte lógica” é kuhniana. Duhem fala de “parte representativa” ou “descritiva”. Ambos se referem ao desenvolvimento lógico-matemático da teoria.

¹⁷⁶ Sobre a concepção duhemiana, lembramos aqui da afirmação de Brenner (1990a, p.136), de que a “parte descritiva de uma teoria parece melhor resistir à prova do tempo do que o aspecto explicativo”.

¹⁷⁷ *Perhaps the most striking characteristic of the two-sphere universe is the assistance that it gives to the astronomer's memory. This characteristic of a conceptual scheme is often called conceptual economy. [...] Without these ordered summaries which its theories provide science would be unable to accumulate such immense stores of detailed information about nature.*

¹⁷⁸ *Une telle condensation d'une foule de lois en un petit nombre de principes est un immense soulagement pour la raison humaine qui ne pourrait, sans un pareil artifice, emmagasiner les richesses nouvelles qu'elle conquiert chaque jour.*

nossa tentativa de aproximar suas visões quanto ao progresso científico com enfoque na revolução copernicana, é interessante notar a consideração de Brenner de que “Duhem se atém [em *Le système du monde*], inicialmente, às noções constitutivas do esquema conceitual da ciência” (BRENNER, 1997, p. XVI)¹⁷⁹. Ora, Kuhn, que opta por viabilizar sua narrativa pela análise e discussão de esquemas conceituais, indica em suas “notas bibliográficas” os seis primeiros volumes de *Le système du monde*, “consultado para tópicos especiais” (KUHN, 1970a, p. 284)¹⁸⁰. A menção de Brenner, no entanto, é feita aqui por uma questão de curiosidade. Até onde temos observado, a expressão “esquema conceitual” não é utilizada por Duhem. Segundo Westman, tal expressão adotada por Kuhn em *A revolução copernicana* já estava bem estabelecida por Conant, na série “Harvard Case Histories”¹⁸¹. Quando Brenner (1997) a emprega na introdução a *Épitomé du système du monde*, não apresenta aí nenhum vínculo com a obra de Kuhn. Já Westman, que analisa criticamente *A revolução copernicana*, vê semelhanças notáveis entre a obra de Kuhn e *La théorie physique*, de Duhem:

Ele [Kuhn, em *A revolução copernicana*] considera teorias e conceitos como instrumentos essencialmente de classificação que nunca refletiriam uma realidade mais profunda [...]

A imagem geral da ciência de *A revolução copernicana* [...] se assemelha ao convencionalismo positivista e pragmaticista de Henri Bergson, Henri Poincaré e Ernst Mach e, especialmente, a algumas das passagens mais convencionalistas de *The Aim and Structure of Physical Theory* (1906), de Pierre Duhem (WESTMAN, 1994, pp. 83-84).¹⁸²

¹⁷⁹ *Duhem s'attache d'abord aux notions constitutives du schéma conceptuel de la science.*

¹⁸⁰ Kuhn não indica quais seriam esses tópicos especiais. Conjecturamos tratar-se, sobretudo, daqueles referentes à ciência medieval, já que admitia a grande contribuição de Duhem à história da ciência por seus estudos sobre a Idade Média. No desenvolver deste trabalho, procuraremos analisar a concordância kuhniana com a visão de Duhem acerca das contribuições da ciência da Idade Média para a ciência moderna.

¹⁸¹ Semelhante ponto de vista é apresentado por Swerdlow (2004). Carlo (2001, p. 262) afirma que Kuhn adotou a expressão “esquema conceitual” diretamente de Koyré.

¹⁸² *He regards theories and concepts as essentially instruments of classification that are said never to reflect a deeper reality. [...]*

[...]

CR's overall image of science [...] resembles the positivist and pragmatist conventionalism of Henri Bergson, Henri Poincaré, and Ernst Mach and, specially, some of the more conventionalist passages in Pierre Duhem's The Aim and Structure of Physical Theory (1906).

Embora a reflexão de Westman não se destine propriamente a uma análise comparativa entre as visões de Kuhn e Duhem e esteja centrada no propósito de sustentar uma mudança da visão kuhniana acerca da noção de revolução científica, apresentada em *A estrutura* (o que discutiremos mais adiante), ela vem reforçar algumas hipóteses que levantamos no que toca às semelhanças entre eles. Westman (1994, p. 85) afirma, por exemplo, que Kuhn resiste a falar de “correspondência”, “verdade” ou “reflexo de uma ordem real”, da mesma forma como o faz Duhem em seus momentos mais realistas.

É pela crença em um esquema conceitual – diz Kuhn –, por um ato de fé em uma teoria – diz Duhem – que cientistas promovem o aumento do conhecimento. As passagens abaixo ilustram a maneira semelhante como ambos falam da função (fecunda) de um esquema conceitual, de uma teoria:

Os esquemas conceituais são abrangentes, suas consequências não estão limitadas ao que já é conhecido. Portanto, um astrônomo comprometido, digamos, com o universo de duas esferas, esperará que a natureza mostre as propriedades adicionais, ainda não observadas, que o esquema conceitual prediz. Para ele, a teoria transcenderá o conhecido, tornando-se, antes de tudo e principalmente, uma ferramenta poderosa para prever e explorar o desconhecido (KUHN, 1970a, p. 39).¹⁸³

Ora, a história da física nos fornece uma série de exemplos dessa adivinhação clarividente; muitas vezes, uma teoria previu leis ainda não observadas, mesmo leis que pareciam inverossímeis, estimulando o experimentador a descobri-las e o guiando para essa descoberta (DUHEM, 1989a, p. 39).¹⁸⁴

Cientistas trabalham em uma tradição de pesquisa, guiados por uma teoria. Eis aqui uma característica explicitada por Kuhn em *A revolução copernicana* e cuja abordagem lembra muitas das afirmações duhemianas quanto ao desenvolvimento da ciência. Para Duhem, esse desenvolvimento é lento e gradual, não experimenta mudanças

¹⁸³ *Conceptual schemes are comprehensive; their consequences are not limited to what is already known. Therefore, an astronomer committed to, say, the two-sphere universe will expect nature to show the additional, but as yet unobserved, properties that the conceptual scheme predicts. For him the theory will transcend the known, becoming first and foremost a powerful tool for predicting and exploring the unknown.*

¹⁸⁴ *Or, l'histoire de la Physique nous fournit une foule d'exemples de cette clairvoyante divination; maintes fois, une théorie a prévu des lois non encore observées, voire des lois qui paraissaient invraisemblables, provoquant l'expérimentateur à les découvrir et le guidant vers cette découverte.*

bruscas e repentinas. A visão de Kuhn em relação à revolução copernicana não destoa dessa perspectiva, tanto é que ele a aborda como “revolução gradual”. Em seção que leva esse título (capítulo 5 do livro), Kuhn fala da passagem de uma tradição a outra, salientando como esse processo é gradativo. A passagem de uma tradição a outra é abordada como a passagem de um esquema conceitual a outro.

Esta é, em resumo, a estrutura lógica de uma revolução científica. Um esquema conceitual, em que se acredita porque é econômico, frutífero e cosmologicamente satisfatório finalmente conduz a resultados que são incompatíveis com a observação. A crença deve ser então abandonada e uma nova teoria adotada. Depois disso, o processo começa novamente. É um esboço útil, porque a incompatibilidade entre a teoria e a observação é a fonte última de toda revolução nas ciências (KUHN, 1970a, pp. 74-75).¹⁸⁵

Um cientista acredita que a teoria que adota é a melhor das alternativas de explicação da realidade, a que representa uma maior aproximação com os fatos observados. O preço a se pagar por essa crença é a possibilidade da descoberta, por parte do físico, de que empregou a teoria errada. O seu esquema conceitual deve, então, ser abandonado e substituído (KUHN, 1970a, p.74). O modo como se processa a substituição de um esquema conceitual – enfatiza Kuhn – nunca é simples como o esboço apresentado no trecho citado acima. Na narrativa da revolução copernicana, é clara sua visão acerca da lentidão e complexidade da reforma de uma tradição. E aqui, as reflexões de Westman acerca de *A revolução copernicana* são, uma vez mais, pertinentes, já que, em seu ponto de vista, Kuhn atribui, nessa obra, um importante papel para a tradição, o que representaria uma semelhança a mais com Duhem, de cujo livro *La théorie physique* ele cita passagem, parcialmente transcrita abaixo:

Assim, por uma tradição contínua, cada teoria física passa, àquela que a segue, a parte de classificação natural que ela pode construir, como,

¹⁸⁵ *That, in outline, is the logical structure of a scientific revolution. A conceptual scheme, believed because it is economical, fruitful and cosmologically satisfying, finally leads to results that are incompatible with observation; belief must then be surrendered and a new theory adopted; after this the progress starts again. It is a useful outline, because the incompatibility of theory and observation is the ultimate source of every revolution in the sciences.*

em certos jogos antigos, em que cada corredor, estendia a chama acesa ao corredor que vinha após ele. E essa tradição contínua assegura uma perpetuidade de vida e de progresso à ciência (DUHEM, 1989a, p. 44).¹⁸⁶

A indicação de Westman¹⁸⁷ relativa à importância da tradição na análise kuhniana da revolução copernicana contribui para selar a aproximação aqui pretendida entre Kuhn e Duhem. Ao fim de *A revolução copernicana*, lemos:

Contanto que a tradição contínua sobre o aprendizado ocidental sobreviva, cientistas serão capazes de explicar os fenômenos primeiramente elucidados pelos conceitos newtonianos, tal como Newton foi capaz de explicar a lista mais restrita de fenômenos previamente elucidados por Aristóteles e Ptolomeu. É assim que a ciência progride: cada novo esquema conceitual abrange os fenômenos explicados por seus antecessores e acrescenta algo a eles (KUHN, 1970a, p. 264).¹⁸⁸

Note-se como a última afirmação está próxima da caracterização duhemiana do desenvolvimento contínuo da ciência. No entanto, Kuhn, na sequência, esclarece que, embora os feitos de Copérnico e Newton sejam permanentes, os conceitos que possibilitaram esses feitos não são, o que lhe permite falar de uma “revolução conceitual”. Conceitos científicos são substituídos com o desenvolvimento da ciência e, com isso, há uma alteração na concepção do cientista, por exemplo, com relação ao espaço, à matéria e à estrutura do universo. “Somente a lista de fenômenos explicáveis é que cresce; não há processo cumulativo similar para explicações em si mesmas” (KUHN, 1970a, p. 265)¹⁸⁹.

¹⁸⁶ *Ainsi, par une tradition continue, chaque théorie physique passe à celle qui la suit la part de classification naturelle qu'elle a pu construire, comme, en certains jeux antiques, chaque coureur tendait le flambeau allumé au coureur qui venait après lui; et cette tradition continue assure à la science une perpétuité de vie et de progrès.*

¹⁸⁷ Conforme já assinalado, o propósito da comparação de Westman entre Duhem e Kuhn é diverso do aqui proposto. Westman utiliza a metáfora duhemiana para afirmar a mudança da visão de Kuhn com relação aos episódios revolucionários da ciência em *A estrutura*: “é como se os corredores olímpicos do paradigma sucessor não mais vissem as tochas ou não entendessem o comportamento dos corredores no paradigma anterior” (WESTMAN, 1994, p. 85).

¹⁸⁸ *As long as the continuous tradition on Western learning survives, scientists will be able to explain the phenomena first elucidated by Newtonian concepts, just as Newton was able to explain the more restricted list of phenomena previously elucidated by Aristotle and Ptolemy. That is how science advances: each new conceptual scheme embraces the phenomena explained by its predecessors and adds to them.*

¹⁸⁹ *Only the list of explicable phenomena grows; there is no similar cumulative process for the explanations themselves.*

Segundo Kuhn, alguns esquemas conceituais (como o copernicano e o newtoniano) continuaram a ser empregados devido às suas características de economia, de utilidade prática, mas estariam deixando de fornecer um guia confiável para o desconhecido (KUHN, 1970a, p. 265). De certa forma, ele retoma aqui a discussão empreendida na distinção entre a função lógica e a psicológica de um esquema conceitual: enquanto a função lógica permanece na história, a psicológica (explicativa) é suplantada por outra, o que acarreta a substituição de um esquema conceitual por outro, ou seja, acarreta uma revolução – em *A revolução copernicana*, uma “revolução conceitual”.

Em contexto não destinado à discussão de uma revolução, Duhem contrapõe o que faz e o que não faz parte do progresso contínuo da ciência. Em *La théorie physique*, ele esclarece que, quando uma teoria é contrariada pelos fatos, o que sofre uma mudança substancial é a parte explicativa. De outro lado, “a parte puramente representativa entra quase inteira na nova teoria, fornecendo a herança de tudo o que a teoria antiga possuía de mais precioso, enquanto a parte explicativa cai para dar lugar a uma outra explicação”¹⁹⁰ (DUHEM, 1989a, p. 43-44).

A ideia duhemiana de que uma nova teoria “herda” elementos de uma teoria anterior lembra a afirmação de Kuhn (1970a, p. 41) de que nenhum esquema conceitual nasce do nada. Essa afirmação vem endossar a visão duhemiana de que teorias não são produtos repentinos da criação da mente humana (DUHEM, 1989a, p. 337). Há, de uma forma ou outra, uma continuidade da tradição.¹⁹¹ Enquanto Duhem afirma que, no novo edifício da física moderna, existem restos do edifício da física antiga, Kuhn afirma que o “*De Revolutionibus* [...] embora nascido numa tradição de pensamento científico, é a fonte de uma nova tradição que finalmente destrói sua origem” (KUHN, 1970a, 135)¹⁹². Ainda que tanto Duhem quanto Kuhn afirmem a morte da tradição aristotélica, não nos parece

¹⁹⁰ [...] *la partie purement représentative entre presque entière dans la théorie nouvelle, lui apportant l'héritage de tout ce que l'ancienne théorie possédait de plus précieux, tandis que la partie explicative tombe pour faire place à une autre explication.*

¹⁹¹ A semelhança entre Kuhn e Duhem aqui é relevante porque a distinção duhemiana entre a parte representativa e a explicativa de uma teoria científica se encontra diretamente relacionada à tese de que Duhem afirmaria a ocorrência de revoluções somente no campo da metafísica.

¹⁹² [...] *though born within one tradition of scientific thought, is the source of a new tradition that ultimately destroys its parent.*

inadequado afirmar que ambos, de certa forma, indicam um elo entre tradições – no caso, a astronomia copernicana¹⁹³.

2.3.2 Os precursores de Copérnico

Segundo Fichant (1971), uma história da ciência escrita segundo a tese da continuidade será uma investigação de precursores. Para esse estudioso da história da ciência, não é sem motivo que Duhem teria se interessado, sobretudo, pela formação do sistema de Copérnico e pela pesquisa dos precursores de Galileu em *Études sur Léonard de Vinci* (DUHEM, 1984a). O objetivo de Duhem seria “o de mostrar que o sistema cosmológico de Copérnico é o *culminar* da série de lentas transformações que ‘gradualmente’ o prepararam” (FICHANT, 1971, p. 87).

Em nossa análise, deparamo-nos com o fato de que ambos – Duhem e Kuhn – assinalam que a revolução copernicana se processou gradualmente. Embora as propostas sejam distintas (Kuhn aborda a revolução propriamente dita e Duhem fala do sistema do mundo de Platão a Copérnico), e ainda que Kuhn não explicita o desejo de identificar precursores, é possível explorar, em nossa análise, a ideia da preparação da revolução, da identificação de precursores, características atribuídas à história da ciência conduzida segundo a tese da continuidade.

Duhem, que dedica um capítulo do primeiro tomo de *Le système du monde* à discussão das astronomias heliocêntricas da antiguidade, é muito enfático com relação à contribuição que essas astronomias teriam dado ao sistema copernicano. Em sua abordagem, Heráclido do Ponto forneceu “o primeiro esboço do sistema de Copérnico” (DUHEM, 1988, p. 404)¹⁹⁴; Aristarco de Samos foi “não somente o precursor, mas ainda o

¹⁹³ A identificação de elos na cadeia da história da ciência não necessita de maiores comentários no que toca a Duhem. No caso de Kuhn, a afirmação metafórica de que o *De Revolutionibus* é fonte de uma nova tradição que mata seu pai deixa claro o vínculo entre estas tradições. Podemos ainda remeter a outro trecho de *A revolução copernicana*: “uma obra que faz revolução é, ao mesmo tempo, o culminar de uma tradição passada e a fonte de uma nova tradição futura” (KUHN, 1970a, p. 134).

¹⁹⁴ [...] *la première esquisse du système de Copernic*.

inspirador de Copérnico” (DUHEM, 1988, p. 418)¹⁹⁵. Apesar de percebermos uma diferença de tom no modo como Duhem e Kuhn discutem a influência dessas cosmologias heliocêntricas antigas no sistema copernicano, chama nossa atenção a semelhança como interpretam o porquê do sistema heliocêntrico não ter vingado antes de Copérnico.

As cosmologias antigas, diz Kuhn,

eram rejeitadas pela maioria dos filósofos e quase todos os astrônomos no mundo antigo. Na Idade Média elas eram ridicularizadas ou ignoradas. As razões para a rejeição eram excelentes. Essas cosmologias alternativas violavam as primeiras e as mais fundamentais sugestões fornecidas pelos sentidos acerca da estrutura do universo. Além disso, essa violação do senso comum não é compensada por nenhum aumento na eficiência com que elas explicavam as aparências (KUHN, 1970a, p. 42)¹⁹⁶.

Na visão de Duhem:

Após Seleucus, não encontraremos mais ninguém, durante a antiguidade greco-romana, que tivesse mantido a hipótese heliocêntrica. Essa hipótese parece ter caído em um profundo esquecimento de onde ninguém, antes de Copérnico, tentou retirá-la.

[...]

O sistema heliocêntrico podia ser apresentado, como tinha feito Aristarco de Samos, como uma hipótese geométrica própria para salvar os movimentos aparentes dos astros; podia ser dado por uma doutrina física conforme a verdadeira natureza das coisas – é assim que o tinha proposto Seleucus. Nesse último caso, ele não dava satisfação ao físico; no primeiro, não contentava os legítimos desejos do astrônomo (DUHEM, 1988, p. 424).¹⁹⁷

¹⁹⁵ [...] *non seulement le précurseur, mais encore l'inspirateur de Copernic* [...]

¹⁹⁶ [...] *were rejected by most philosophers and almost all astronomers in the ancient world. In the Middle Ages they were ridiculed or ignored. The reasons for the rejection were excellent. These alternative cosmologies violate the first and most fundamental suggestions provided by the senses about the structure of the universe. Furthermore, this violation of common sense is not compensated for by any increase in the effectiveness with they account for the appearances.*

¹⁹⁷ *Après Séleucus, nous ne trouvons plus personne, durant l'Antiquité gréco-romaine, qui ait tenu pour l'hypothèse héliocentrique; cette hypothèse semble être tombée dans un profond oubli d'où nul, avant Copernic, n'a essayé de la tirer.*

[...]

Le système héliocentrique pouvait être, comme l'avait fait Aristarque de Samos, présenté comme une hypothèse géométrique propre à sauver les mouvements apparents des astres; il pouvait être donné pour une doctrine physique conforme à la véritable nature des choses, et c'est ainsi que l'avait proposé Séleucus. En ce dernier cas, il ne donnait pas satisfaction au physicien; dans le premier, il ne contentait pas les légitimes désirs de l'astronome.

Tanto Duhem quanto Kuhn reconhecem que a cosmologia antiga forneceu elementos para as novas descobertas da ciência moderna. Ambos lembram que Platão foi o primeiro a colocar o problema do movimento planetário¹⁹⁸, chamando a atenção para episódios que teriam contribuído para a preparação das inovações advindas com a revolução de Copérnico. Kuhn não emprega muito o termo ‘precursor’ (o que faz reiteradamente Duhem), mas quando esse termo aparece em seu texto, a afirmação que o contém é bastante significativa: “como a maioria das concepções correntes da ciência do século XVII, a gravidade tem precursores que remontam à antiguidade”¹⁹⁹ (KUHN, 1970a, p. 253)²⁰⁰. A concepção kuhniana de uma preparação do terreno para a revolução copernicana é também explícita:

Porque Copérnico começou de onde Ptolomeu tinha parado, muitas pessoas concluem que não havia ciência durante os séculos intermediários. Na verdade, houve atividade científica muito intensa, embora irregular e ela desempenhou um papel essencial em preparar o terreno para o início e sucesso da revolução copernicana (KUHN, p. 1970a, p. 99).²⁰¹

É significativa ainda a seguinte afirmação de Kuhn (1970a, p. 105): “os críticos escolásticos de Aristóteles desenvolveram importantes alternativas para algumas das suas doutrinas e algumas dessas alternativas desempenharam um papel maior em preparar o caminho para Copérnico”²⁰². Os estudiosos medievais não teriam percebido a astronomia e cosmologia novas que seriam produzidas pelos seus sucessores dos séculos XVI e XVII,

¹⁹⁸ Para Duhem (1988, p. 105), Platão formulou, de maneira mais precisa e geral o problema da astronomia, tal como ele foi conduzido até Kepler. Kuhn (1970a, p. 55) afirma que Platão “parece ter sido” o primeiro a enunciar o problema dos planetas.

¹⁹⁹ Lembramos que a teoria da gravitação é o grande exemplo explorado por Duhem em *La théorie Physique* (1989a, pp. 338-384), com o intuito de recusar a ideia de que a ciência moderna nasce abrupta e repentinamente.

²⁰⁰ *Like most conceptions current in seventeenth-century science, gravity has precursors reaching back to antiquity.*

²⁰¹ *Because Copernicus began where Ptolomy had stopped many people conclude that was no science during the intervening centuries. In fact, there was much intense though spasmodic cientific activity, and it played an essential role in preparing the ground for the inception and sucess of the Copernican Revolution.*

²⁰² *Aristotle’s scholastic critics developed important alternatives for some of his doctrines, and a few of these alternatives played a major role in preparing the way for Copernicus.*

mas descobriram erros nas explanações de Aristóteles e, rejeitando-as porque sucumbiam ao teste da experiência, criaram conceitos e ferramentas essenciais para as realizações de Copérnico, de Galileu (KUHN, 1970a, p. 114). Kuhn considera que “antecipações importantes do pensamento de Copérnico podem ser encontradas, por exemplo, no comentário crítico de *Dos céus*, de Aristóteles, escrito por Nicolau Oresme, um membro da importante escola nominalista de Paris, durante o século XIV” (KUHN, 1970a, p. 114)²⁰³. Após apresentar os principais argumentos críticos de Oresme contra a concepção do universo de duas esferas de Aristóteles, os quais teriam desempenhado papel significativo nos textos de Copérnico e Galileu, Kuhn afirma (1970a, p. 116): “Mas isso não faz de Oresme um Copérnico”²⁰⁴, explicitando o quanto o primeiro se encontrava preso à tradição antiga.

Um ponto interessante discutido por Kuhn é se Copérnico e Galileu leram Oresme. Ele lembra que a tradição que requer do cientista a indicação de suas fontes só se estabeleceria muito tempo depois das grandes revoluções²⁰⁵. Contudo, acredita haver indícios claros de que os críticos escolásticos contribuíram para os argumentos copernicanos. “Muito provavelmente [ele afirma] alguns dos argumentos-chave de Copérnico foram emprestados quase literalmente de fontes anteriores e desconhecidas” (KUHN, 1970a, p. 117)²⁰⁶.

Como vimos, a contribuição dos escolásticos para a ciência moderna, explorada com entusiasmo por Duhem, foi discutida por outros historiadores que o seguiram e que lhe atribuíram um exagero na identificação das fontes da ciência moderna. Oresme, para Duhem, contribuiu significativamente para a revolução copernicana, o que se pode observar em *Le système du monde*, obra em que Oresme é apresentado não só como um precursor de Copérnico mas também de Descartes e de Galileu (DUHEM, 1956, p. 534). Em *Notice sur*

²⁰³ *Important anticipations of Copernican thought can be found, for example, in the critical commentary on Aristotle's On the Heavens written during the fourteenth century by Nicole Oresme, a member of the important Parisian nominalist school.*

²⁰⁴ *But that does not make Oresme a Copernicus.*

²⁰⁵ Lembramos aqui do reconhecimento de Duhem (1984a, pp. III e IV) da dificuldade que o historiador tem para reconstruir a história da ciência enquanto um processo contínuo. Em virtude dos cientistas não relatarem seus passos, não fornecerem esboços de seus avanços, temos acesso somente à sua obra pronta e acabada, como se esta tivesse sido produzida repentinamente, a partir do nada.

²⁰⁶ *Quite probably a few of Copernicus's key arguments were borrowed quite literally from earlier and unacknowledged sources.*

*les titres et travaux scientifiques*²⁰⁷, Duhem cita um trabalho de 1909 (“Un précurseur français de Copernic: Nicole Oresme (1377)”), no qual apresenta os argumentos desenvolvidos por Oresme contra a ideia da imobilidade da Terra que, em sua visão, eram apresentados com uma clareza e precisão que o próprio Copérnico não alcançaria (DUHEM, 1917, p. 166). Na sequência, afirma ainda que o princípio do ímpeto (atribuído a Terra) formulado tão claramente por Oresme foi indicado somente de modo vago por Copérnico. Conforme se pode observar, Duhem atribui uma significância maior ao papel desenvolvido pelos medievais no desenvolvimento da ciência em comparação a Kuhn, fato que não desmascara e nem inutiliza a ideia de semelhança entre eles no que toca à ideia de continuidade e mudança nos conceitos da ciência.

Outra antecipação significativa desenvolvida pelos críticos de Aristóteles na Idade Média, segundo Kuhn, é a teoria do ímpeto, de Buridan que, em *A revolução copernicana*, é mencionada como aquela que, em várias ocasiões e de diferentes modos, “desempenhou um papel essencial na revolução copernicana” (KUHN, 1970a, p. 119)²⁰⁸. A descoberta do trabalho da escola de Buridan que tanto impressionou Duhem e que se torna o suposto centro da argumentação contra a revolução do século XVII²⁰⁹ é exaltada por Kuhn, para quem a “dinâmica do ímpeto não é a dinâmica newtoniana, mas ao apontar para novos problemas, novas variáveis e novas abstrações, ajudou a pavimentar o caminho para o trabalho de Newton” (KUHN, 1970a, p. 121)²¹⁰.

Como podemos perceber, o modo como Kuhn fala de antecipações, da preparação do caminho para cientistas futuros, mostra seu cuidado em não diminuir o mérito dos grandes cientistas modernos. Essa preocupação é encontrada também na obra de Duhem que, apesar de exaltar o trabalho dos precursores antigos e medievais, não deixa de mostrar o quanto a ciência se desenvolveu posteriormente. É assim que, em *Les origines de la statique*, o livro escrito no auge de sua descoberta da ciência medieval e do qual são

²⁰⁷ *Memóires de la Societé des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux*, 7 série, Tomo I, Paris e Bordeaux, 1917.

²⁰⁸ [...] *played an essential role in the Copernican Revolution*.

²⁰⁹ Veja discussões de Koyré (1961) e de Mariconda (1993). Considerações históricas sobre a descoberta duhemiana do trabalho de Buridan são encontradas em Brenner (1997).

²¹⁰ *Impetus dynamics is not Newtonian dynamics, but by pointing to new problems, new variables, and new abstractions impetus dynamics helped to pave the way for Newton's work*.

extraídas as passagens famosas da tese da continuidade, lemos, a propósito de Jordanus de Nemore (outro cientista medieval, visto também como um precursor por Duhem):

Que diferença entre a minúscula demonstração de Jordanus e as imponentes doutrinas de Lagrange, de Gibbs e Helmholtz! E, entretanto, essas doutrinas estavam em potência naquela demonstração. A história nos permitiu seguir passo a passo os esforços pelos quais elas se desenvolveram a partir dessa humilde semente (DUHEM, 1906, p. 288)²¹¹.

Note-se, na citação, o valor atribuído às “imponentes doutrinas” e a menção à contribuição de Jordanus de Nemore como “humilde semente” – um exemplo de que Duhem não quis supervalorizar a ciência medieval em detrimento da de outra época. Kuhn, ao reconhecer o papel da ciência medieval para o desenvolvimento da ciência moderna, atenta para o desprezo arrogante em relação à escolástica, presente nos discursos dos modernos. A passagem que segue exprime a atitude compreensiva do historiador de *A revolução copernicana*.

Durante o século XVII, justamente quando sua utilidade plena estava sendo demonstrada pela primeira vez, a ciência escolástica foi duramente atacada por homens que tentaram construir um sistema de pensamento radicalmente novo. Demonstrou-se ser fácil ridicularizar os escolásticos e a imagem se fixou. [...] Mas, de que outro modo a ciência poderia ter renascido no ocidente? Os séculos do escolasticismo são os séculos nos quais a tradição da ciência e da filosofia antiga foram simultaneamente reconstituídas, assimiladas e testadas para adequação. Quando pontos fracos eram descobertos, esses imediatamente se tornavam focos para a primeira pesquisa efetiva no mundo moderno. As grandes teorias científicas novas do século XVI e XVII originam-se todas de rupturas feitas pelo criticismo escolástico sobre o sistema do pensamento aristotélico. A maior parte dessas teorias também incorporou

²¹¹ *Quel disparate entre la minuscule démonstration de Jordanus et les imposantes doctrines des Lagrange, des Gibbs et des Helmholtz! Et cependant, ces doctrines étaient en puissance dans cette démonstration; l’histoire nous a permis de suivre pas à pas les efforts par lesquels elles se sont développées à partir de cette humble semence.*

conceitos-chave criados pela ciência escolástica (KUHN, 1970a, p. 122)²¹².

Essa citação pode ser empregada para endossar a conclusão de *Les origines de la statique*, na qual Duhem acusa Descartes de uma soberba exagerada, afirmando que esta

enganou o mundo. Ela fez tomar o cartesianismo como uma criação estranhamente espontânea e imprevista. Entretanto, esse sistema quase sempre era somente a conclusão claramente formulada de um trabalho obscuro, perseguido durante séculos. O vôo gracioso da borboleta de asas cintilantes fez esquecer o lento e penoso rastejar da humilde e sombria lagarta (DUHEM, 1906, p. 286)²¹³.

Essa afirmação duhemiana, tomada isoladamente, pode soar exagerada. Exageros, aliás, como temos visto, são comumente atribuídos a Duhem por muitos de seus intérpretes²¹⁴. Analisada no contexto – o da pós recém-descoberta da ciência medieval – ela vem se contrapor à visão então dominante de que a ciência moderna emergia de um sono profundo, de um período de infertilidade. A consideração desse fato pode certamente relativizar as contundentes afirmações duhemianas. Essas poderiam ser tomadas como exageros contra exageros.

Devemos lembrar ainda que, se de um lado, Duhem se mostra crítico em relação à ideia de que Descartes tenha criado teorias absolutamente novas a partir do nada, por outro, não deixa de atribuir mérito à sua obra. Ainda que todos os inovadores tenham

²¹² *During the seventeenth century, just when its full utility was being demonstrated for the first time, scholastic science was bitterly attacked by men trying to weave a radically new fabric of thought. The scholastics proved easy to ridicule, and the image has stuck. [...] But how else could science have been reborn in the West? The centuries of scholasticism are the centuries in which the tradition of ancient science and philosophy was simultaneously reconstituted, assimilated, and tested for adequacy. As weak spots were discovered, they immediately became foci for the first effective research in the modern world. The great new scientific theories of the sixteenth and seventeenth centuries all originate from rents torn by scholastic criticism in the fabric of Aristotelian thought. Most of those theories also embody key concepts created by scholastic science.*

²¹³ [...] *a dupé le monde; elle a fait prendre le Cartésianisme pour une création étrangement spontanée et imprévue; cependant, ce système n'était, presque toujours, que la conclusion nettement formulée d'un labeur obscur, poursuivi pendant des siècles. Le vol gracieux du papillon aux ailes chatoyantes a fait oublier les lentes et pénibles reptations de l'umble et sombre chenille* (DUHEM, 1906, p. 286).

²¹⁴ Duhem foi acusado de cometer exageros até mesmo por Brenner, que exalta e analisa, de modo minucioso, seu trabalho historiográfico e filosófico. Exemplos de menções a esse respeito são encontrados em Brenner (1990a, p. 10; 1997, pp. XVIII, XXXVII). Em alguns aspectos discutidos, as críticas de Anneliese Maier são endossadas por ele.

seus precursores, são inovadores. E Descartes, com suas conclusões claramente formuladas, é, para Duhem, uma borboleta de asas cintilantes.

2.4 A revolução copernicana em foco: análise parcial e oportunista?

A análise até agora empreendida não pode ser levada adiante sem controvérsias. Se selecionássemos somente as partes ‘exageradas’ de Duhem e as contrapússemos àquelas em que Kuhn reforça a ideia de ruptura²¹⁵ em *A revolução copernicana*, o resultado de nossa comparação evidentemente seria outro. Se recortássemos nosso campo de investigação, privilegiando a análise das revoluções em *A estrutura*, o resultado seria ainda mais diferenciado e estaríamos trabalhando em prol do endosso da ideia de que suas visões são realmente opostas e extremas. Assim, existem mesmo, nos textos dos pensadores aqui investigados, elementos para se pensar em um antagonismo entre suas visões. O que defendemos é que esse antagonismo resulta de uma visão bastante parcial de seus trabalhos em filosofia e história da ciência. Se é possível assinalar diferenças, como a do enfoque em determinado modo da ciência se desenvolver e, conseqüentemente, ao período histórico mais explorado em seus trabalhos, existem também semelhanças, não negligenciáveis, entre eles.

Agora, já é possível trabalharmos com eventuais objeções à comparação apresentada nas páginas precedentes. Uma delas diz respeito justamente às poucas referências feitas, até agora, à obra mor de Kuhn, de 1962. O texto de Westman (1994) cai como uma luva para esse propósito, uma vez que, conforme já adiantamos brevemente, segundo seu autor, teria havido uma mudança substancial no pensamento de Kuhn acerca do desenvolvimento da ciência, da obra de 1957 para a de 1962. É o que encontramos na afirmação que segue:

²¹⁵ Tomemos como exemplo algumas passagens de *A revolução copernicana* (1970a): na página 2, Kuhn fala de uma “ruptura radical” com a tradição antiga; na página 134, afirma que há, em *De revolutionibus*, novidades que mudaram o pensamento científico de modo não previsto por seu autor e que originam uma rápida e completa ruptura com a tradição antiga; na página 230, assevera que toda inovação fundamental em uma especialidade científica transforma as ciências vizinhas e os mundos do filósofo e do leigo culto.

Entre 1957 e 1962, como temos visto, Kuhn despreendeu-se silenciosamente do continuísmo conceitual de longa duração duhemiano em favor de uma ruptura revolucionária epistemológica e social. A atenção ficou centrada no núcleo radical da proposta de Kuhn: a não traduzibilidade linguística entre paradigmas e seus correlatos (WESTMAN, 1994, p. 97).²¹⁶

A argumentação da mudança de foco perceptível em Kuhn não é o único ponto anotado por Westman no seu propósito de abordar o “problema das duas culturas”. Contudo, voltamo-nos somente para os aspectos apresentados que se relacionam diretamente à nossa análise. O primeiro diz respeito à expressão “esquema conceitual”, que daria lugar a “paradigma”. Seguindo a visão de Westman²¹⁷, poder-se-ia argumentar que nossa comparação aproximativa entre Kuhn e Duhem é substancialmente parcial e enfraquecida, já que a expressão “esquema conceitual” não veio tomar parte na consagrada terminologia de *A estrutura*. À primeira vista, a objeção é poderosa, mas pode ser amenizada. Em primeiro lugar, atentamos para o fato de que tal expressão é empregada por Kuhn (1970a, p. 35) em *A revolução copernicana* como equivalente a ‘teoria’. Se mais tarde, ele passou a empregar ‘teoria’ ou ‘paradigma’ em substituição àquela expressão, podemos indicar trechos em sua obra que não destoam da visão apresentada em seu primeiro livro. Já na introdução do famoso livro sobre a estrutura das revoluções científicas, lemos:

Ao examinar a ciência normal [...] buscaremos descrever finalmente essa pesquisa como uma tentativa vigorosa e devotada de forçar a natureza a entrar em caixas conceituais fornecidas pela educação profissional. Simultaneamente, nós nos perguntaremos se a pesquisa poderia prosseguir sem tais caixas [...] (KUHN, 1970b, p. 5).²¹⁸

Notamos que Kuhn emprega o termo “caixas conceituais” para abordar o período de crescimento cumulativo da ciência que se processa dentro de uma tradição. Se

²¹⁶ *Between 1957 and 1962, as we have seen, Kuhn quietly dropped Duhemian long-term, conceptual continuism in favor of revolutionary epistemological and social rupture. Attention focused on the radical core of Kuhn's proposal: linguistic non-translatability between paradigms and its correlates.*

²¹⁷ A visão crítica de Westman é adotada por Andersen, Barker e Chen (2006, p. 104), que defendem que a revolução copernicana nunca foi abordada satisfatoriamente por Kuhn.

²¹⁸ *When examining normal science [...] we shall want finally to describe that research as a strenuous and devoted attempt to force nature into the conceptual boxes supplied by professional education. Simultaneously, we shall wonder whether research could proceed without such boxes [...]*

substituímos, em muitas passagens de *A estrutura*, a expressão ‘paradigma’ por ‘esquema conceitual’, podemos encontrar reforço para a ideia do crescimento cumulativo da ciência, discutido em *A revolução copernicana*. Tome-se, como exemplo, a passagem que segue:

A ciência normal consiste na atualização dessa promessa, uma atualização alcançada pela extensão do conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente reveladores, pelo aumento da correlação entre esses fatos e as predições do paradigma e pela maior articulação do próprio paradigma (KUHN, p.1970b, p. 24).²¹⁹

Em *A estrutura*, Kuhn ressalta a proficuidade do apego a um paradigma na medida em que esse orienta a pesquisa; em *A revolução copernicana*, ressalta que um esquema conceitual guia a investigação daquele que o adota. Nessa obra, a mudança de um esquema (o do universo de duas esferas) a outro (copernicanismo) ocasionou uma revolução. Em *A estrutura*, a transição para um novo paradigma constitui uma revolução (KUHN, 1970b, p. 90; edição brasileira, p. 122). O processo de substituição de um esquema conceitual ou paradigma por outro não é repentino nem tampouco revogador do conhecimento adquirido anteriormente.

Ao discutir a natureza da ciência normal, Kuhn (1970b, p. 25) afirma que “pelo menos parte dessa realização sempre se evidencia ser permanente”²²⁰. Ora, se cada paradigma fornece um quadro de conhecimentos que permanecem, é possível admitir, como Duhem, que cada teoria passa, para a outra que a segue, parte da classificação natural que construiu (DUHEM, 1989a, p. 44).

Assim, parece-nos que o fato de Kuhn ‘abandonar’ a expressão ‘esquema conceitual’²²¹ em suas obras posteriores não significa o abandono ou recusa da visão apresentada em *A revolução copernicana*. Admitimos, contudo, que a correlação entre essa

²¹⁹ *Normal science consists in the actualization of that promise, an actualization achieved by extending the knowledge of those facts that the paradigm displays as particularly revealing, by increasing the extend of the match between those facts and the paradigm’s predictions, and by further articulation of the paradigm itself.*

²²⁰ [...] *at least part of that achievement always proves to be permanent.*

²²¹ Na verdade, a expressão não desaparece completamente da obra kuhniana que se segue a *A revolução copernicana*. Em *The Essential Tension*, Kuhn a emprega novamente associada à revolução copernicana: “Copérnico estava respondendo-lhes (aos critérios de escolhas teóricas) durante os anos necessários para converter a astronomia heliocêntrica, de um esquema conceitual global em um mecanismo matemático para prever a posição planetária” (KUHN, 1977, p. 331). A expressão aparece ainda em Kuhn (2000, p. 94).

expressão e ‘paradigma’ não pode também ser feita sem restrições. Naturalmente, os contextos são diversos e existe uma complexidade envolvida na análise de ambos os conceitos, especialmente no que toca a ‘paradigma’, expressão admitida pelo próprio Kuhn como problemática²²². O que defendemos é que não há uma ruptura radical entre as duas obras e que as próprias considerações kuhnianas com relação a seus textos são indícios contributivos para essa interpretação.

Inicialmente, analisemos como a revolução copernicana aparece em *A estrutura*. Apesar de Kuhn citar outras fontes de pesquisa para abordar aspectos relacionados a essa revolução²²³, seu livro de 1957 é lembrado aí, pelo menos uma meia dúzia de vezes²²⁴, como fonte de informações adicionais a determinados aspectos abordados no que diz respeito à astronomia de Copérnico. Em nenhuma dessas indicações existem ressalvas ao livro, como, aliás, não há em nenhuma outra passagem de seus escritos em que a obra é mencionada.

Westman (1994, p. 81), insistindo em uma diferença muito grande no modo como Kuhn aborda a revolução copernicana em seu primeiro livro de 1957 e *A estrutura*, lembra a afirmação de Kuhn no prefácio do livro de Hoyningen-Huene (1993) de que ninguém – inclusive ele próprio (Kuhn) – falaria com tanta propriedade sobre a natureza e o desenvolvimento das ideias kuhnianas do que Hoyningen-Huene, que quase excluiu o episódio copernicano de seu livro. Segundo Westman, isso ocorre porque Kuhn teria alterado a noção de revolução de um modo radical em *A estrutura*.

Outro aspecto abordado por Westman (1994) é a noção de incomensurabilidade, não desenvolvida por Kuhn em *A revolução copernicana*. De fato,

²²² O posfácio de *A estrutura* de 1969 é bastante claro com relação a isso, quando Kuhn menciona os trabalhos de Margaret Masterman e Dudley Shapere como fontes de crítica ao termo ‘paradigma’. Outras referências à admissão dessas críticas são encontradas em diversas passagens de *O caminho desde A estrutura*, especialmente em “Reflexões sobre meus críticos” e “Um debate com Thomas S. Kuhn”.

²²³ Kuhn (1970b, p. 67. Edição brasileira, p. 94) cita, por exemplo, a obra de A.R. Hall (1954), *The Scientific Revolution*, ao afirmar que “o estado da astronomia ptolomaica era um escândalo antes da publicação de Copérnico”.

²²⁴ Ver Kuhn, 1970b, pp. 69, 74, 83, 117, 150, 155. Edição brasileira, pp. 97, 102, 115, 152, 190 e 195. Todas as indicações estão em nota de rodapé.

como é sabido por todos, tal noção só iria aparecer no início dos anos 60. Uma visão retrospectiva do desenvolvimento das ideias de Kuhn, associada às suas declarações com respeito a esse desenvolvimento, permite-nos abrandar a diferença de visões atribuídas a ele ao longo de sua obra. Isso certamente ocorre com relação à tese da incomensurabilidade. Embora não encontremos essa tese explicitada e desenvolvida em *A revolução copernicana*, é possível a identificação de passagens dessa obra que se assemelham àquelas que, mais tarde, serviriam a Kuhn para desenvolvê-la em outros textos.

Uma leitura de que é possível encontrar indícios da noção de incomensurabilidade em *A revolução copernicana* é apresentada por Buchwald e Smith (1997, p. 371). Para eles, embora a noção não esteja tão claramente exposta no livro de 1957, há alusão a ela em passagens em que Kuhn procura, ao longo da obra, contrastar modos de pensar antes e depois de Copérnico. A história da revolução copernicana é vista como uma abordagem de conceitos astronômicos. Diversas passagens do livro demonstram essa preocupação²²⁵, uma preocupação, a propósito, que aparece em outras obras de Kuhn e que se encontra intimamente ligada à sua defesa de uma história que preserve o contexto do que é investigado retrospectivamente. Na longa entrevista de 1995²²⁶, publicada em *O caminho desde A estrutura*, Kuhn afirma:

O livro [*A revolução copernicana*], embora seja mais detalhado, foi realmente modelado com muita precisão [nessas aulas]; é um extenso relato de caso. E ilustra algo sobre o que estou profundamente convencido. Às vezes, há que retroceder muito, de modo que se ache o ponto de partida, para escrever algo que indique o quão poderosas eram essas crenças anteriores e porque elas enfrentaram problemas (KUHNS, 2000, p. 291; edição brasileira, pp. 351-352).

Ao falar de *A revolução copernicana* na entrevista, Kuhn insere o livro no contexto de suas preocupações com a história da ciência e afirma que *A estrutura* surgiu

²²⁵ Passagens em que Kuhn discute conceitos científicos na história da astronomia podem ser encontradas em Kuhn, 1970a, pp. 76, 94, 115, 117, 122, 182 e 200.

²²⁶ “A discussion with Thomas S. Kuhn” (KUHNS, 2000. Edição brasileira, 2005), doravante citada como ‘a entrevista de 1995’.

somente quinze anos após o projeto inicial de escrever tal livro. À questão sobre o porquê da escolha da revolução copernicana, afirma:

[...] eu já estava escrevendo o livro – eu o desenvolvia durante as aulas. Precisava de um livro, tinha esse material, podia escrever um livro e não achei que fosse um livro estúpido de se escrever. Quer dizer, não era o que mais gostaria de fazer, mas era algo que valia a pena ser feito. Mas se o escolhi, foi porque dei aulas sobre o assunto (KUHN, 2000, p. 292; edição brasileira, pp. 352).

Se, por um lado, não notamos muito entusiasmo em sua fala com relação ao livro, por outro, pode-se notar que não há quaisquer indicações revisoras ou corretivas sobre as ideias nele desenvolvidas em outras partes de sua obra²²⁷. As reflexões corretivas ou revisionistas encontradas em seus textos dizem respeito justamente ao conteúdo de *A estrutura* – problemas com o emprego de ‘paradigma’, a equiparação da incomensurabilidade a mudanças de *gestalt*, a ênfase nas revoluções²²⁸. Essas reflexões permitem uma relativização da suposta mudança radical de sua visão no que concerne à visão de desenvolvimento científico quando o foco é a revolução copernicana. Parece-nos plausível afirmar que os textos tardios kuhnianos não anulam seu texto histórico de 1957, mas, pelo contrário, reforçam e resgatam pontos de vista já explicitados neste trabalho. A passagem que segue é exemplo disso:

Preocupado desde o início com o *desenvolvimento* do conhecimento, considere cada estágio na evolução de determinado campo como construído – embora não inteiramente – de seu predecessor – o estágio mais antigo fornecendo os problemas, os dados e a maioria dos conceitos necessários à emergência do estágio seguinte. Além disso, tenho sustentado que algumas mudanças no vocabulário conceitual são requeridas para a assimilação e o desenvolvimento das observações, leis

²²⁷ Em outra referência ao livro, presente na entrevista, afirma Kuhn (2000, pp. 287-288. Edição brasileira, p. 347): “entretanto, havia coisas desse tipo [discussões sobre as abordagens internalista e externalista na história da ciência] as quais estavam presentes em minhas preocupações. Se examinarem a introdução ao livro sobre a revolução copernicana, verão que mais ou menos peço desculpas pela falta de quase todos os elementos externos e assinalo que, se os incluísse, diria mais acerca da importância do calendário e de outras coisas do gênero”. Note-se que essa afirmação de Kuhn poderia ser empregada como resposta explicativa à crítica de Westman (1994).

²²⁸ Além das referências indicadas na nota 222 deste trabalho, a discussão de “paradigma” pode ser explorada especialmente em Kuhn (1977, pp. 292-319). Sobre a equiparação de “incomensurabilidade” a Gestalt, ver Kuhn, 2000, p. 250. Edição brasileira, p. 305. Sobre a ênfase nas revoluções, ver Kuhn, 2000, pp. 57, 97 e 250.

e teorias empregadas no estágio posterior (daí, a expressão acima “embora não inteiramente”). Dadas essas crenças, o processo de transição do velho estágio para o novo torna-se uma parte integral da ciência, um processo que deve ser compreendido pelo metodólogo preocupado em analisar a base cognitiva das crenças científicas. A mudança de linguagem é *cognitivamente* significativa para mim [...] (KUHN, 2000, pp. 227-228; edição brasileira, p. 279).

O texto “Pós-escritos”, do qual é extraído o trecho acima, é de 1993. Note-se que Kuhn fala de “estágios” do desenvolvimento do conhecimento. Se ele não emprega a expressão “esquema conceitual” para falar de períodos de crescimento cumulativo separados por revoluções, tampouco emprega o termo “paradigma”. A concepção do progresso científico por estágios, no entanto, não impede que estabeleçamos vínculos entre o que ele está dizendo acima e seus outros textos, seja com relação a *A revolução copernicana*, seja com relação a *A estrutura*, embora a ideia aí explicitada esteja claramente muito mais próxima da sua narrativa histórica da revolução copernicana do que sua discussão sobre que seja a estrutura das revoluções científicas. A ideia de que um determinado estágio do desenvolvimento da ciência fornece os problemas, os dados e a maioria dos conceitos necessários para o aparecimento do estágio seguinte está muito próxima da ideia de passagem de um esquema conceitual a outro²²⁹.

É assim que encontramos, na citação acima, um reforço da afirmação de Kuhn de que um esquema conceitual não nasce do nada, de que a obra de Copérnico é, ao mesmo tempo, o fim de uma tradição e o início outra. Agora, evidentemente, essa visão está explicitada em *A revolução copernicana* porque ali Kuhn se propõe a analisar como se deu a passagem de um estágio do desenvolvimento da ciência a outro, o que não ocorre em *A estrutura*, uma obra destinada a expor o que constitui as revoluções científicas, fato reconhecido, mais tarde, por Kuhn:

[...] o livro [*A estrutura*] teve pouca coisa construtiva a dizer a respeito de como ocorre a transição entre estágios ou qual pode ser sua importância cognitiva. Tenho hoje mais condições de me sair melhor a respeito desses assuntos e de temas que com eles estão relacionados, e o

²²⁹ Na metáfora duhemiana: aqui sim, o corredor olímpico passa a tocha acesa ao corredor que lhe vem a seguir.

livro no qual estou atualmente trabalhando terá muito a dizer acerca deles (KUHN, 2000, p. 228; edição brasileira, p. 279).

A afirmação kuhniana de que pouco abordou a “transição entre estágios” em *A estrutura*, bem como a de que essa obra “freqüentemente invocou a descontinuidade” (KUHN, 2000, p. 87; edição brasileira, p. 111), contribui para acirrar o debate acerca da oposição extremista entre continuísmo e descontinuísmo quando aplicada, respectivamente, a Duhem e ao autor de *A estrutura*.

Em nosso ponto de vista, o antagonismo entre as visões de progresso científico dos filósofos da ciência aqui analisados só pode ser mantido com um recorte muito preciso no contexto amplo de suas obras, a saber, um recorte que recaia justamente sobre os textos que marcam suas contribuições que causaram rupturas com visões anteriores na história e filosofia da ciência. No caso de Duhem, é notável a ênfase em sua “revolução historiográfica” (MARICONDA, 1989, p. 9) ocasionada pela descoberta da ciência medieval e a conseqüente ênfase na continuidade, sobretudo em *Les origines de la statique*, a obra preferida dos intérpretes críticos da tese continuísta. Kuhn, também considerado um revolucionário, veio, com *A estrutura das revoluções científicas*, promover a descontinuidade e romper com uma visão de desenvolvimento científico em voga. Não é sem razão que seu alvo de ataque sejam “manuais científicos”, “textos de divulgação e obras filosóficas moldadas naqueles” (KUHN, 1970b, p. 136; edição brasileira, p. 174).

Análises parciais em relação aos trabalhos filosóficos e historiográficos de ambos os filósofos podem nos conduzir a resultados diferentes, até mesmo antagônicos. Identificar semelhanças entre as visões de Duhem e Kuhn no que toca ao progresso da ciência poderia ser um antídoto para a costumeira defesa de oposição entre ambos. Mas isso só seria possível se, a exemplo dos defensores dessa oposição, também selecionássemos somente as passagens convenientes. Nosso propósito, contudo, não é o de anular diferenças com a apresentação de semelhanças. É, antes, uma tentativa de mostrar que as visões de Kuhn e Duhem relativas ao progresso da ciência não são tão díspares para serem encaixadas em designações opostas. Tanto um quanto o outro – de formas e em graus distintos – insistiram na necessidade de uma atitude interpretativa em relação a obras de contextos diversos. Essa atitude deveria ser também a de quem se dedica à análise de suas

obras. Não podemos ser observadores superficiais a ver somente as marés montantes de seus trabalhos filosóficos e historiográficos...

Agora, se a análise da revolução de Copérnico pode, aqui, ser vista ainda como seletiva, parcial e oportunista para nossos propósitos, tentemos uma outra: a de Newton.

CAPÍTULO 3

A REVOLUÇÃO NEWTONIANA

Nem Kuhn nem Duhem apresentam um estudo exclusivo e detalhado sobre o que se costumou denominar de ‘revolução newtoniana’. Se, inicialmente, isso representa um embaraço aos nossos propósitos de pesquisa, logo esse embaraço pode ser visto como construtivo: todas as suas obras, quase sem exceção, são fontes para uma investigação guiada pela tentativa de caracterizar o episódio revolucionário ligado ao nome de Newton. Veremos como esse personagem da história da ciência é, como seria de se esperar, o protagonista no cenário da discussão sobre aspectos cruciais do progresso científico – sobretudo aqueles que dizem respeito à análise da linguagem – seja nos textos daquele que é considerado o defensor do progresso por rupturas, seja nos daquele que costuma ser indicado como o representante mor do continuísmo.

3.1 Kuhn: a estrutura da revolução empreendida por Newton

Observamos que, para abordar a revolução de Copérnico, Kuhn examina a passagem da ciência antiga para a moderna e que o exame dessa passagem importa para a caracterização do empreendimento revolucionário copernicano. A questão que pode ser colocada inicialmente é se o mesmo exame pode lançar luzes para a compreensão da revolução newtoniana. Na entrevista de 1995, Kuhn questiona a divisão comum da história da ciência entre a antiga-medieval de um lado e, de outro, a ciência moderna, que tem início no século XVII, uma discussão que, a seu ver, não funciona, já que alguns campos científicos “quase não existem na antiguidade e ainda não obtiveram identidade muito definida: os campos experimentais” (KUHN, 2000, p. 294; edição brasileira, p. 355). Contudo, Kuhn indica aí algumas ciências que têm início na antiguidade e chegam “a um primeiro ápice nos séculos XVI e XVII” e que “esse é o caso da mecânica, partes da óptica e da astronomia”.

Poder-se-ia dizer que, tal como exposta, a distinção entre ciência antiga e medieval, de um lado, e a moderna, de outro, funciona para se abordar as revoluções de Copérnico e Newton – a primeira, uma revolução – não só, mas sobretudo – na astronomia. E quanto à segunda? Em que campo da ciência foi Newton um revolucionário? No caso da revolução copernicana, tem-se, seguindo a visão kuhniana, a substituição de um esquema conceitual antigo por outro. O que temos na revolução de Newton? No primeiro capítulo de *A estrutura*, quando Kuhn busca explicitar o que denomina “paradigma”, encontramos, indiretamente, uma resposta a essas questões:

Com a escolha do termo [paradigma] pretendo sugerir que alguns exemplos aceitos na prática científica real [...] proporcionam modelos dos quais brotam as tradições coerentes e específicas da pesquisa científica. São essas tradições que o historiador descreve com rubricas como: “Astronomia Ptolomaica” (ou “Copernicana”), “Dinâmica Aristotélica” (ou “Newtoniana”), “Óptica Corpuscular” (ou “Óptica Ondulatória”) e assim por diante (KUHN, 1970b, p. 10; edição brasileira, p. 30).

Vê-se que o paradigma newtoniano substituiu o aristotélico no campo da dinâmica, o que configurou uma revolução. Temos aí, de qualquer modo, uma mudança de uma teoria antiga para uma moderna. Considerando a perspectiva kuhniana de que, para apresentar uma narrativa histórica, é necessária, ao historiador, a preparação do cenário para a exposição do que deseja relatar, buscamos, nos textos de Kuhn, elementos para a confecção do cenário da dinâmica antes de Newton.

Na introdução de *A estrutura*, Kuhn afirma que, para examinar a natureza das revoluções científicas, ocupar-se-á com os momentos decisivos do desenvolvimento científico associado aos nomes de Copérnico, Newton, Lavoisier e Einstein. E adianta que as revoluções newtoniana e química são aquelas em que as mudanças e controvérsias que sempre acompanham a substituição de uma teoria científica por outra incompatível aparecem com “particular clareza” (KUHN, 1970b, p. 06; edição brasileira, p. 25). Vejamos algumas dessas mudanças e controvérsias envolvidas na revolução newtoniana e que são exploradas em *A estrutura*.

Como, na maioria das vezes, o episódio revolucionário de Newton é abordado por Kuhn como exemplo para a clarificação de conceitos em sua filosofia da ciência, dispomos de várias informações para montar um quadro em conformidade com seu esquema de desenvolvimento científico apresentado em *A estrutura: período pré-paradigmático – paradigma – crise – revolução – novo paradigma*. Pautemo-nos, doravante, por esse esquema e tentemos explorar as considerações de Kuhn referentes à revolução newtoniana no livro em que introduz esses conceitos.

Segundo Kuhn, a gênese de uma tradição de pesquisa é comumente antecedida por um desacordo entre pesquisadores em relação ao objeto de estudo. O estudo do movimento, antes de Aristóteles, é sugerido como exemplo, já que não se tinha um consenso, um paradigma estável (KUHN, 1970b, p. 15; edição brasileira, p. 35). É na antiguidade que a dinâmica tem sua gênese, constituindo uma tradição que duraria até a Idade Moderna, quando entra em crise e é finalmente substituída pela tradição newtoniana. É o que podemos inferir da discussão empreendida por Kuhn sobre a ocorrência de uma revolução, ou, em outras palavras, sobre a passagem de um paradigma a outro. Em seu ponto de vista, “as diferenças entre paradigmas sucessivos são ao mesmo tempo necessárias e irreconciliáveis” (KUHN, 1970b, p. 103; edição brasileira, p. 137). Buscando explicitar que tipos de diferenças estão presentes em paradigmas sucessivos, ele afirma: “A tradição científica normal que emerge de uma revolução científica é não somente incompatível, mas muitas vezes verdadeiramente incomensurável com aquela que a precedeu” (KUHN, 1970b, p. 103; edição brasileira, p. 138). O caso exemplar para ilustrar como isso se dá é o da tradição científica normal emergente da revolução newtoniana.

O impacto da obra de Newton sobre a tradição de prática científica normal do século XVII proporciona um exemplo notável desses efeitos sutis provocados pela alteração de paradigma. Antes do nascimento de Newton, a “ciência nova” do século conseguira finalmente rejeitar as explicações aristotélicas e escolásticas expressas em termos das essências dos corpos materiais. Afirmar que uma pedra cai porque sua “natureza” a impulsiona na direção do centro do universo convertera-se em um simples jogo de palavras tautológico — algo que não fora anteriormente. A partir daí todo o fluxo de percepções sensoriais, incluindo cor, gosto e mesmo peso, seria explicado em termos de tamanho, forma e movimento dos corpúsculos elementares da matéria fundamental. A atribuição de outras qualidades aos átomos elementares era um recurso ao oculto e

portanto fora dos limites da ciência (KUHN, 1970b, pp. 103-104; edição brasileira, p. 138).

Conforme se pode observar, na sequência do texto kuhniano à citação acima, a substituição do paradigma aristotélico pelo newtoniano no campo da dinâmica não foi repentina nem ocasional e se processou de modo gradual. As explicações com fundamento em causas ocultas haviam sido substituídas pela explicação mecânico-corpuscular e o compromisso com esse tipo de explicação havia sido frutífero para várias ciências, uma vez que as livrava de antigos problemas, dando origem a outros. O exemplo de Kuhn é a dinâmica: as três leis do movimento, de Newton, não resultam simplesmente de experiências novas, mas da “tentativa de reinterpretar observações bem conhecidas em termos de movimentos e interações de corpúsculos neutros primários” (KUHN, 1970b, p. 104; edição brasileira, p. 139). Kuhn explora o exemplo:

Dado que os corpúsculos podiam agir uns sobre os outros apenas por contato, a concepção mecânico-corpuscular da natureza dirigiu a atenção científica para um objeto de estudo absolutamente novo: a alteração do movimento de partículas por meio de colisões. Descartes enunciou o problema e forneceu sua primeira solução putativa (KUHN, 1970b, p.104-105; edição brasileira, p. 139).

Huyghens, Wren e Wallis, segundo Kuhn, avançaram na solução do problema proposto por Descartes. Os resultados de seus trabalhos foram incorporados por Newton em suas leis do movimento:

As “ações” e “reações” iguais da terceira lei são as mudanças em quantidade de movimento experimentadas pelos dois corpos que entram em colisão. A mesma mudança de movimento fornece a definição de força dinâmica implícita na segunda lei. Nesse caso, como em muitos outros durante o século XVII, o paradigma corpuscular engendrou ao mesmo tempo um novo problema e grande parte de sua solução (KUHN, 1970b, p. 105; edição brasileira, p. 139).

A afirmação kuhniana de que o paradigma corpuscular engendrou, ao mesmo tempo, um problema e grande parte de sua solução no estudo do movimento (como em muitos outros casos) suscita aqui algumas questões. Kuhn, em *A estrutura* (1970b, p. 90),

considera a passagem de um paradigma a outro como uma revolução. Se a “ciência nova” tinha já rejeitado as explicações aristotélicas com as explicações mecânico-corpusculares, isso já não poderia ser considerado uma revolução? E aqui retomamos a questão: com relação a que se pode considerar Newton um revolucionário? Em que campo do conhecimento ele causou uma mudança revolucionária? Que referente podemos adotar como sendo o de Kuhn quando fala em “revolução newtoniana”? Essas questões que aqui aparecem importunamente (afinal, já havíamos definido falar da revolução newtoniana como passagem de um paradigma da dinâmica para outro) explicitam a complexidade envolvida na abordagem da revolução newtoniana em *A estrutura*. Aí, como já afirmamos, existem elementos que permitem falar da revolução na dinâmica, mas existem outros que permitem falar das inovações de Newton na óptica, na astronomia, etc.²³⁰. O fato de Kuhn empregar, em *A estrutura*, os trabalhos de Newton como exemplos para a clarificação dos conceitos novos, que introduz na filosofia da ciência, privilegiando ora um determinado campo da ciência, ora outro, ao mesmo tempo em que embaraça nossa investigação, fornece indícios da visão histórica kuhniana acerca da dimensão e repercussão dos trabalhos desse cientista. E Kuhn enfatiza a grandiosidade da obra newtoniana:

No início do século XVIII, aqueles cientistas que tomavam os *Principia* por paradigma aceitaram como válida a totalidade de suas conclusões. Possuíam todas as razões possíveis para fazê-lo. Nenhum outro trabalho conhecido na História da Ciência permitiu simultaneamente uma ampliação tão grande do âmbito e da precisão da pesquisa. Com relação aos céus, Newton derivara as leis do movimento planetário de Kepler e explicara também alguns dos aspectos, já observados, nos quais a Lua não obedecia a essas leis. Com relação à terra, derivara os resultados de algumas observações esparsas sobre os pêndulos e as marés. Com auxílio de pressupostos adicionais, embora *ad hoc*, fora capaz de derivar a Lei de Boyle e uma fórmula importante para a velocidade do som no ar. Dado o estado da ciência na época, o sucesso das demonstrações foi sumamente impressionante (KUHNS, 1970b, p. 30-31; edição brasileira, p. 51)

²³⁰ Tomem-se como exemplo as passagens em que Kuhn fala em “nova teoria” de Newton sobre a luz e a cor (KUHNS, 1970b, p. 67. Edição brasileira, p. 95); O que entender por “nova ciência”? Segundo Kuhn (1970a, p. 12. Edição brasileira, p. 32), com Newton, foi possível falar da óptica como ciência amadurecida, um padrão antes irreconhecível.

Kuhn, na citação acima, faz referência aos *Principia* como paradigma em consideração à história da dinâmica. Ainda que esteja aí manifesta uma pluralidade na revolução newtoniana (como no caso da revolução copernicana), essa abordagem nos remete de volta à consideração da revolução newtoniana como passagem de um paradigma para outro no campo da dinâmica. Assim, podemos, por ora, afirmar que Newton foi um revolucionário nessa área. Resta-nos a questão referente à substituição de paradigmas. Se o paradigma newtoniano substitui o aristotélico, onde situar o paradigma corpuscular, sem falar de mais uma revolução? Se tomarmos a definição de revolução como mudança de um paradigma a outro, essa questão se apresenta como problemática em *A estrutura*. Acreditamos, contudo, que isso se deve à brevidade do tratamento do episódio histórico na obra, servindo de exemplo das dificuldades (levantadas por críticos e admitidas por Kuhn) inerentes ao emprego do termo ‘paradigma’. Como veremos mais adiante, uma extensão da pesquisa do feito revolucionário newtoniano em outras obras de Kuhn permite-nos lidar com essa questão (e com as outras acima levantadas) de modo a eliminar ambiguidades.

Por ora, prossigamos na trilha de *A estrutura*. Vimos aí que Newton, ao elaborar suas leis do movimento, incorporou resultados do paradigma corpuscular na solução do problema proposto por Descartes acerca da alteração do movimento de partículas por meio de colisões. Kuhn (1970b, p. 105; edição brasileira, p. 139) ressalta, entretanto, que, embora boa parte da obra de Newton seguisse padrões da concepção mecânico-corpuscular, o resultado que dela adveio provocou uma nova mudança nos padrões da ciência em voga na época. Isso porque a gravidade, “interpretada como uma atração inata entre cada par de partículas de matéria, era uma qualidade oculta no mesmo sentido em que a antiga ‘tendência a cair’ dos escolásticos” (KUHN, 1970b, p. 105; edição brasileira, p. 139). Tal como exposto por Kuhn, esse episódio da história da ciência corresponde a um período de crise, conforme se pode observar na passagem seguinte:

[...] enquanto os padrões de concepção corpuscular permaneceram em vigor, a busca de uma explicação mecânica da gravidade foi um dos problemas mais difíceis para os que aceitavam os *Principia* como um paradigma. Newton devotou muita atenção a ele e muitos de seus sucessores do século XVIII fizeram o mesmo. A única opção aparente era rejeitar a teoria newtoniana por seu fracasso em explicar a gravidade e essa alternativa foi amplamente adotada. Contudo, nenhuma dessas

concepções acabou triunfando. Os cientistas, incapazes, tanto de praticar a ciência sem os *Principia*, como de acomodar essa obra aos padrões do século XVII, aceitaram gradualmente a concepção segundo a qual a gravidade era realmente inata. Pela metade do século XVIII tal interpretação fora quase universalmente aceita, disso resultando uma autêntica reversão, (o que não é a mesma coisa que um retrocesso), a um padrão escolástico. Atrações e repulsões inatas tornaram-se, tal como a forma, o tamanho, a posição e o movimento, propriedades primárias da matéria, fisicamente irredutíveis (KUHN, 1970b, pp. 105-106; edição brasileira, pp. 139-140).

Com a aceitação da procura de forças inatas na matéria, não só a dinâmica foi afetada, segundo Kuhn, que menciona ainda, na sequência dessa passagem, o caso da eletricidade e da química. Contudo, com relação à dinâmica, a mudança ocorrida pôde transformar essa ciência e conferir-lhe o designativo ‘newtoniana’ em contraposição a ‘aristotélica’. Essa contraposição aparecerá como uma das mais exploradas nos textos posteriores de Kuhn para a caracterização da nova historiografia. Em *A estrutura*, contudo, ela divide espaço com outras, sem o destaque que receberia nos seus textos posteriores. Naquela obra, comentando sobre o caráter esquemático da mesma, afirma Kuhn (1970b, p. IX; edição brasileira, p. 14): a “evidência histórica disponível é muito maior do que o espaço que tive para explorá-la”. A revolução newtoniana pôde ser explorada em outros trabalhos como fonte de evidência para muitas de suas hipóteses acerca do desenvolvimento científico. Conforme revela Kuhn, ela é também a fonte de sua descoberta da mudança revolucionária, fato aludido em diversas passagens de sua obra como a “experiência com Aristóteles”²³¹. Em “O que são revoluções científicas?”, texto escrito no início dos anos 80, em que Kuhn retoma a discussão introduzida em *A estrutura*, o episódio Aristóteles ganha um tratamento privilegiado para a caracterização de uma revolução na história da ciência. No referido texto, fica claro porque a ênfase na abordagem recai sobre Aristóteles: a transição da física aristotélica para a newtoniana enquanto mudança revolucionária é descoberta por Kuhn num processo invertido historicamente:

²³¹ Veja, por exemplo, Kuhn, 2000, pp. 59, 275, 278, 292. Além de apresentá-lo à mudança revolucionária, a experiência com Aristóteles o conduziu da ciência para a história da ciência (KUHN, 2000, p. 292). Relatos dessa experiência são encontrados em Kuhn, 1977, pp. IX-X; 2000, pp. 26-31.

[...] minha abordagem inverterá a ordem histórica e descreverá não o que os filósofos naturais aristotélicos precisavam para chegar a conceitos newtonianos, mas o que eu, educado como newtoniano, precisei para chegar aos conceitos da filosofia natural aristotélica (KUHN, 2000, p. 15; edição brasileira, p. 26).

Do relato autobiográfico de Kuhn importa-nos, de início, a sua experiência em tentar compreender a mecânica aristotélica com o aparato conceitual newtoniano, numa tentativa de verificar o que Aristóteles havia legado para o desenvolvimento da ciência de homens como Galileu e Newton. Sua impressão inicial de que Aristóteles não havia contribuído em quase nada para as descobertas de seus sucessores, sobretudo aqueles dos séculos XVI e XVII, era – ele afirma – a “usual”. A ideia de que Aristóteles pouco tinha contribuído para o desenvolvimento da mecânica pautava-se por uma visão comum no tratamento histórico atribuído à ciência antiga em contraposição à moderna. A perspectiva kuhniana era a mesma da maioria dos historiadores da ciência de então²³². A perturbação por identificar, na física aristotélica, não só ignorância mas erros lógicos e observacionais leva Kuhn a suspeitar de sua interpretação. Isso porque, no campo da lógica e da observação (especialmente na biologia), Aristóteles desempenhava um papel extremamente significativo ainda nos séculos XVI e XVII. Da análise do contexto geral da obra aristotélica, vem a suposição de que a falha talvez não fosse do físico Aristóteles, mas do estudante de história da ciência Kuhn. E qual seria a razão da ‘falha’ do jovem estudante? Ela estava na falta de compreensão daquilo que, mais tarde, o Kuhn de *A Estrutura* viria a denominar “incomensurabilidade”, um termo não mencionado, curiosamente, no texto em questão²³³. E o relato de Kuhn de sua descoberta crucial merece ser citado:

Com essa sensação [a de que estaria interpretando Aristóteles equivocadamente], continuei a refletir sobre o texto, e minhas suspeitas provaram-se ser, afinal, bem fundadas. Estava sentado à minha escrivaninha com o texto da *Física* de Aristóteles aberto à minha frente, e com

²³² É o que afirma Kuhn (1977, p. IX).

²³³ No artigo, Kuhn fala de mudanças referenciais, holismo, categorias taxonômicas, violação ou distorção de uma linguagem científica, entre outros aspectos relacionados à incomensurabilidade. A correlação entre esta e a transição da física aristotélica para a newtoniana está presente em diversas outras ocasiões de discussão do tema, sendo esse episódio o exemplo preferido para a discussão de todos os elementos envolvidos no debate (não acumulação, famílias naturais, holismo, comparação com a psicologia da *gestalt*, etc.). Veja, por exemplo, Kuhn, 1970a, pp. 103-104; 2000, pp. 36, 60, 213, 229, 243-244, 288, 292, 293.

um lápis de quatro cores na mão. Levantando a cabeça, olhei distraído para fora da janela de minha sala – ainda conservo a imagem. Subitamente, os fragmentos em minha cabeça rearrumaram-se de uma nova maneira, e encaixaram-se todos juntos em seus devidos lugares. Meu queixo caiu, pois, de repente, Aristóteles parecia, na verdade, um físico realmente muito bom, mas de um tipo que eu jamais havia sonhado possível. Agora, eu podia entender tanto por que ele havia dito o que disse quanto o peso de sua autoridade. [...] Esse tipo de experiência – as peças subitamente se rearrumando e se organizando de uma nova maneira – é a primeira característica geral da mudança revolucionária [...] Embora as revoluções científicas deixem muita coisa para ser gradualmente completada, a mudança central não pode ser experienciada de modo fragmentado, um passo de cada vez (KUHN, 2000, p. 16-17; edição brasileira, p. 27).

Essa narrativa minuciosa de Kuhn toca diretamente em duas maneiras de se abordar uma revolução: como ruptura brusca e como mudança gradual. De modo muito geral, podemos afirmar que a primeira abordagem é aquela privilegiada em *A estrutura* e a segunda a que encontramos em *A revolução copernicana*. Dizemos de modo muito geral, porque em ambas as obras existem elementos para se analisar uma revolução das duas maneiras. A diferença nas abordagens manifesta-se como sendo de grau, não de natureza e se ajusta aos propósitos e ao contexto das obras, sendo ambas perfeitamente coadunáveis e complementares.

A percepção da mudança revolucionária é experimentada de modo brusco, repentino, porque requer uma visão holística. A comparação com a psicologia da *gestalt* é bastante elucidativa quanto à inter-relação dos aspectos envolvidos num quadro referencial significativo. A análise de um conceito da física aristotélica, como por exemplo, o de “movimento”, não pode ser compreendido sem que se considere toda a física de Aristóteles. Como na *gestalt*, não é apenas um ou outro elemento que se modifica, mas o todo.

O termo ‘movimento’, aliás, é um dos exemplos explorados por Kuhn para explicar que, conforme certos aspectos da física aristotélica (concepção de toda variedade de mudança como uma família natural; a matéria como substrato neutro, etc.) são compreendidos, “eles começam a se ajustar uns aos outros, a apoiar-se de modo mútuo e, assim, a criar, em conjunto, um certo tipo de sentido que, individualmente, não possuem” (KUHN, 2000, p. 18; edição brasileira, p. 29). A percepção da mudança de sentido, contudo, não é gradual, paulatina, mas repentina. O que está pressuposto para a

compreensão de certos conceitos da física aristotélica – a abordagem holística – também é requerida para a compreensão de termos ocorrentes na física newtoniana, tais como “força”, “massa” e “peso”. Esses conceitos são mencionados como exemplos em diversas passagens da obra kuhniana para caracterizar a mudança conceitual de uma teoria para outra incomensurável com a anterior. Em uma dessas passagens, lemos:

Ao se aprender a mecânica newtoniana, os termos “massa” e “força” precisam ser adquiridos em conjunto, e a segunda lei de Newton tem de desempenhar um papel em sua aquisição. Isto é, não se pode aprender “massa” e “força” de maneira independente e depois descobrir, empiricamente, que força é igual a massa vezes aceleração. Nem se pode aprender “massa” (ou “força”) e, depois, usá-la para definir “força” (ou “massa”) com auxílio da segunda lei. Ao contrário, todos os três têm de ser aprendidos em conjunto, partes de toda uma nova maneira (mas não maneira totalmente nova) de fazer mecânica (KUHN, 2000, p. 44; edição brasileira, p. 60).

“Massa” e “força” são os conceitos mais utilizados por Kuhn para a exemplificação do holismo semântico, da modificação de referente linguístico na passagem de uma teoria a outra²³⁴. A percepção dessa passagem não pode ocorrer passo a passo, de modo fragmentado, como diz Kuhn, mas, de uma só vez, instantaneamente. O historiador experimenta a revolução como mudança brusca, mas a compreensão e interpretação de como e por que a mesma ocorreu requer o exame do processo como um todo, o que, muitas vezes, pressupõe a análise de fatos e mudanças sucessivos, que se processam gradualmente. No texto “O que são revoluções científicas?” em que a ênfase recai novamente sobre a mudança repentina, Kuhn procura mostrar como suas observações acerca da física aristotélica são como peças que se encaixam “para formar um todo integrado, um todo que precisou ser quebrado e reformado no percurso até a mecânica newtoniana” (KUHN, 2000, p. 20; edição brasileira, p. 32).

A análise do desenvolvimento da mecânica de Aristóteles a Newton certamente

²³⁴ Considerações sobre esses conceitos com foco na abordagem da mudança de significado podem ser encontradas especialmente em Kuhn, 2000, pp. 15, 34, 44, 48 (nota 21), 211, 213, 249. Considerações envolvendo esses conceitos e ainda “peso” podem ser exploradas na mesma obra nas páginas 65-73 e 231.

requereria a análise de um processo²³⁵ e quando falamos em ‘processo’ estamos já, de algum modo, pressupondo uma ação continuada, um seguimento, um percurso. Talvez pudessemos afirmar que a percepção de uma revolução científica enquanto uma mudança brusca se dá mediante a concepção de seu produto, enquanto que a compreensão da mesma como mudança gradual requer que se a conceba enquanto processo.

Uma indicação de como Kuhn poderia conduzir o desenvolvimento da mecânica de Aristóteles até Newton é encontrada no último capítulo de *A revolução copernicana*, um livro publicado bem depois de sua descoberta da mudança revolucionária²³⁶. Kuhn expõe, nessa obra, as contribuições de Newton para a constituição do “novo universo” e suas considerações são, portanto, focadas na astronomia. Podemos observar que o exame kuhniano do desenvolvimento da física celeste, no contexto recortado de Kepler a Newton, é feito de modo a assinalar as modificações paulatinas que desembocariam numa nova concepção do universo, na completude da revolução copernicana. É o que podemos observar na passagem que segue:

O sistema solar mecânico de Kepler é o primeiro em uma série que culmina no sistema dos *Principia* de Newton. Historicamente, os desenvolvimentos intervenientes são extremamente complexos. Dependem da evolução tortuosa e da assimilação laboriosa de um novo conjunto de conceitos dinâmicos e de técnicas matemáticas, desenvolvimentos que por si próprios podiam ser o assunto de outro livro. Mas, conceptualmente, o que liga Kepler a Newton é relativamente simples. Algumas emendas significativas converterão o sistema de Kepler em um que é qualitativamente muito semelhante ao de Newton, e essas emendas são consequências diretas de se reconhecer o papel da

²³⁵ “O desenvolvimento da mecânica de Aristóteles a Newton” é o nome indicado, por Kuhn, de um curso de história da ciência ministrado (em Harvard e Berkeley, entre outros lugares) e considerado por ele como um de seus preferidos. Kuhn (2000, pp. 288-289) relata, de modo sintético, que, no percurso de Aristóteles a Newton, passava pela ciência medieval e Galileu. Pela sua exposição em *A estrutura*, poderíamos somar, a essa lista, as contribuições de Descartes, Huyguens, Wren e Wallis, conforme mencionadas acima.

²³⁶ É importante lembrar que Kuhn data sua experiência com Aristóteles, que teria ocorrido em 1947, dez anos antes da publicação de *A revolução copernicana* e quinze anos antes de *A estrutura*. Ele relata, na entrevista de 1995, que já tinha desejado escrever este livro desde a experiência com Aristóteles e que foi em razão desta que havia ingressado na história da ciência (KUHN, 2000, p. 292), fato já aludido brevemente por ele no prefácio de *A estrutura*, onde afirma que este livro era seu “primeiro relatório completo publicado sobre um projeto concebido originalmente” quase quinze anos antes de 1962 (KUHN, 1970b, p. V. Edição brasileira, p. 9). Essas considerações históricas com relação ao percurso de Kuhn importam porque possibilitam uma compreensão mais global de sua obra e de sua visão do desenvolvimento científico, contribuindo, assim, para repelir a ideia de uma mudança radical entre as ideias apresentadas no seu livro de 1957 e aquelas de *A estrutura*.

concepção de Descartes do movimento inercial na física celeste (KUHN, 1970a, p. 247)²³⁷.

Na sequência, Kuhn indica que as “emendas” foram estabelecidas por predecessores imediatos de Newton, comentando aquelas presentes nas obras de Borelli e Hooke. A expressão “o que liga Kepler a Newton”, de Kuhn, permite-nos vislumbrar a ideia de elos no desenvolvimento do sistema solar mecânico, o que ilustra como o exame de mudanças graduais importa para a compreensão de um feito revolucionário, no caso, aquele propiciado por Copérnico.

Outra observação digna de nota é a admissão de Kuhn acerca da complexidade de se analisar historicamente “os desenvolvimentos intervenientes”. Essa é a tarefa do historiador que se propõe a apresentar uma imagem mais completa e verossímil de uma mudança revolucionária na ciência. É essa a tentativa de Kuhn em *A revolução copernicana*. Embora suas considerações referentes a Newton ocorrentes nessa obra estejam centradas na contribuição desse cientista para a complementação da revolução iniciada por Copérnico, elas convêm para a análise do empreendimento newtoniano no campo da ciência. Aqui, as duas revoluções – a de Copérnico e a de Newton –, como indica Swerdlow (2004), estão intimamente relacionadas.

Kuhn atenta para o papel que o newtonianismo desempenhou no pensamento dos séculos XVIII e XIX, atingindo os estudos acerca do calor, da eletricidade, da combinação química, etc., o que gerou a substituição da visão aristotélica, já bastante enfraquecida na época, por outra inovadora. Em seu ponto de vista, a partir daí, começa um “novo capítulo no desenvolvimento da concepção da natureza pelo homem” (KUHN, 1970a, p. 260).

O universo de Newton não era, no entanto, apenas um enquadramento da terra planetária de Copérnico. Muito mais importante foi a nova maneira

²³⁷ *Kepler's mechanical solar system is the first in a series that culminates in the system of Newton's Principia. Historically, the intervening developments are extremely complex. They depend upon the tortuous evolution and laborious assimilation of a new set of dynamical concepts and mathematical techniques, developments that by themselves could be the subject of another book. But conceptually the route from Kepler to Newton is relatively simple. A few significant emendations will convert Kepler's system to one that is qualitatively very like Newton's, and these emendations are direct consequences of recognizing the role in celestial physics of Descartes's conception of inertial motion.*

de olhar a natureza, o homem e Deus – uma nova perspectiva científica e cosmológica que, durante os séculos XVIII e XIX, repetidamente enriqueceu as ciências e reformulou tanto a filosofia religiosa como a filosofia política (KUHN, 1970a, p. 261)²³⁸.

Em *A revolução copernicana*, podemos observar um tratamento mais detalhado quanto às inovações newtonianas no contexto da ciência de sua época. Kuhn aborda a relutância de Newton e seus contemporâneos em relação à noção de gravidade. Em sua perspectiva, a “batalha resultante foi tudo, menos trivial. Decorreram quarenta anos para que a física newtoniana suplantasse firmemente a física cartesiana, mesmo nas universidades inglesas” (KUHN, 1970a, p. 259)²³⁹. Essa afirmação da substituição da física cartesiana pela newtoniana nos remete de novo à indagação acerca da passagem do paradigma corpuscular aos *Principia* formulada acima, a de como entender a passagem do paradigma aristotélico para a física cartesiana. Kuhn fala aqui da passagem da física cartesiana para a newtoniana, o que aparentemente suscita a ideia de uma revolução em relação a Descartes (e não Aristóteles). Contudo, como já afirmamos, o contexto permite o entendimento do fato de que, no período, havia uma crise, caracterizada pela disputa entre escolas distintas. Isso pela afirmação de Kuhn de que “o atomismo veio a ser a mais eficaz e a de maior alcance entre as várias correntes intelectuais que, durante o século XVII, transformaram o cosmos finito copernicano num universo infinito e multipovoado” (KUHN, 1970a, p. 237)²⁴⁰. E, apesar de admitir que o atomismo tenha sofrido uma imensa renovação, Kuhn (1970a, p. 237) afirma que o corpuscularismo era atomístico. Como vimos, a física newtoniana desenvolveu-se na tradição corpuscular e o rompimento com a física aristotélica só pôde ser dado como completo a partir do momento em que os *Principia* finalmente foram aceitos consensualmente – um exemplo de como uma revolução não é produto de um único homem e nem ocorre de um dia para o outro.

²³⁸ *Newton's universe was not, however, merely a framework for Copernicus' planetary earth. Far more important, it was a new way of looking at nature, man and God – a new scientific and cosmologic perspective which, during the eighteenth and nineteenth centuries, repeatedly enriched the sciences and reshaped both religious and political philosophy.*

²³⁹ *The resulting battle was anything but trivial. It was forty years before Newtonian physics firmly supplanted Cartesian physics, even in British universities.*

²⁴⁰ *...atomism proved the most effective and far-reaching of several intellectual currents which, during the seventeenth century, transformed the finite Copernican cosmos into an infinite and multipopulated universe.*

Tanto em *A estrutura* como em *A revolução copernicana*, Newton é visto por Kuhn como aquele que colaborou imensamente para o desenvolvimento do conhecimento científico em vários campos, cooperando para outras revoluções. O legado newtoniano, contudo, importa, sobretudo, na mecânica. É o que afirma explicitamente Kuhn, em réplica a John Watkins, onde lemos:

Watkins afirma, portanto, que o tratamento revolucionário dado por Newton aos movimentos planetários não foi precedido por uma crise na astronomia. Mas por que deveria tê-lo sido? Em primeiro lugar, a transição de órbitas keplerianas para órbitas newtonianas não precisaria ter constituído (falta-me a evidência para ter certeza) uma revolução *para os astrônomos*. [...] E, o que é mais importante, o ajuste das órbitas keplerianas feito por Newton foi um subproduto de seu trabalho na mecânica, campo ao qual a comunidade dos astrônomos matemáticos fazia referência de passagem em seus prefácios, mas que, depois disso, desempenhou apenas um papel muito geral em seu trabalho. Na mecânica, contudo, campo em que Newton realmente provocou uma revolução, havia, desde a aceitação do copernicanismo, uma crise amplamente reconhecida (KUHN, 2000, p. 150; edição brasileira, p. 187).

Aos olhos de Kuhn (1970a, p. 230), a astronomia copernicana havia destruído as respostas tradicionais a questões referentes ao movimento dos corpos, à posição dos astros, etc., sem fornecer outras substitutas. Uma nova cosmologia e uma nova física foram necessárias para que a astronomia pudesse novamente integrar um padrão unificado de pensamento. A participação de Newton na constituição desse padrão pode ser vista como tão importante como aquela que Aristóteles teve na concepção do geocentrismo e veio, por sua vez, afetar as ciências vizinhas, como acontece a toda inovação fundamental numa especialidade científica.

3.2 Duhem: algumas considerações sobre a revolução newtoniana

A afirmação mais significativa de Duhem acerca da revolução newtoniana é a de que essa foi “uma das mais profundas que a história do espírito humano conhece” (DUHEM, 1985, p. 29)²⁴¹. E a questão que pode ser colocada aqui é a mesma colocada acima: em que campo da ciência Newton foi um revolucionário? Segundo Duhem, foi na física, que sofreu uma transformação profunda no século XVIII, quando a escola newtoniana substituiu a cartesiana e a epicurista, sendo essas escolas duas fontes de explicações dos fenômenos físicos em competição na época. Com Newton, a física – afirma Duhem – torna-se newtoniana. Assim é mencionada a revolução newtoniana no texto *Le mixte et la combinaison chimique*, no qual o trabalho de Newton aparece como influente na revolução química, empreendida por Lavoisier.

Importa observar que Duhem, quando traça a história do conceito de mistura, retrocede à antiguidade para falar das origens do mesmo e, a seguir, o aborda já no século XVII. Nessa obra, como em outros textos que antecedem a sua descoberta da ciência medieval, deparamo-nos com uma abordagem da ciência antiga, de um lado, representando as origens do objeto da ciência investigado historicamente e, de outro, a ciência moderna como a “nova ciência”, “nova física”²⁴², em uma fase de amadurecimento que desembocaria em revoluções (a astronômica, a física, a química). Podemos observar que, ainda que Duhem admitisse, antes da descoberta da ciência medieval, como os historiadores de sua época, um fosso entre os antigos e os modernos – o fosso da Idade Média – esse era meramente temporal, cronológico, já que, mesmo nos textos anteriores a *Les origines de la*

²⁴¹ *une des plus profondes que connaisse l'histoire de l'esprit humain.*

É interessante observar que Duhem (1985, p. 29) emprega o verbo “completar” (*accomplir*) para falar da revolução newtoniana no domínio da filosofia natural, o que sugere uma aproximação com a ideia kuhniiana de que a revolução Newtoniana completa a revolução copernicana em relação à tradição científica antiga.

²⁴² Referências a essas expressões podem ser encontradas em Duhem (1985, p.17; 1992a, pp. 13, 33).

statique, Duhem caracteriza a evolução da ciência como um processo gradativo²⁴³, assinalando elos de continuidade entre concepções antigas e modernas.

Um desses elos significativos é o que liga Aristóteles a Newton. Duhem (1992a, p. 13) assinala que se os estudos acerca da mecânica empreendidos na “renascença das ciências”²⁴⁴ representavam uma reação violenta contra as explicações escolásticas, com a recusa da noção de qualidade, a “nova mecânica” de Newton representava um retorno (imprevisto mesmo para aqueles que ajudaram a construí-la) às doutrinas peripatéticas (DUHEM, 1992a, p. 344). No desenvolvimento da mecânica, a grande figura a estabelecer o renascimento das ciências é Descartes, que é visto como um revolucionário na obra duhemiana. Quando afirma que “no fim do século XVI e início do século XVII o espírito humano sofreu uma das maiores revoluções que subverteram o mundo do pensamento”, Duhem (1987c, p. 104; edição brasileira, p. 54) está assinalando uma ruptura com a tradição aristotélica. Essa revolução é explicada aí, conforme já assinalado, como quebra da linha que separa a física, entendida como classificação dos fenômenos e a metafísica, o campo das explicações das causas dos fenômenos. E Descartes, como sendo aquele que mais contribuiu para romper a barreira demarcatória entre os dois graus do conhecimento, é o responsável por uma revolução que sofreria um contragolpe com a mecânica de Newton, que “nunca deixou a tradição da Escola” (DUHEM, 1987c, p. 108; edição brasileira, p. 57) e sempre separou claramente as teorias físicas das pesquisas metafísicas. Contudo, esse contragolpe não ocorreu antes que Descartes exercesse uma imensa influência sobre o pensamento científico de seu século.

A física newtoniana, afirma Duhem (1992a, p. 24), coloca “uma ideia radicalmente heterogênea” (*une idée radicalement hétérogène*) à geometria (diretriz básica para as investigações atomísticas e cartesianas), que é a ideia de força. O desenvolvimento da mecânica newtoniana é visto, nesse contexto, como uma “marcha triunfal” (*marche*

²⁴³ Tome-se, por exemplo, a introdução de *La évolution de la mécanique*, publicada originalmente em 1903, no qual Duhem afirma que a árvore da ciência cresce com lentidão (DUHEM, 1992a, p. 3).

²⁴⁴ Duhem empregará o termo “renascença” mais de uma vez para se referir à “nova física” do início do século XVII, utilizando assim, um vocabulário que reproduzia a ideia de que a Idade-Média tivesse sido um período infrutífero para a ciência. Em *Les origines de la statique* (1906, p. 279), ele volta a empregar o termo, mas com um teor crítico para repudiar a história que exalta as descobertas da ciência como criações repentinas e bruscas.

trionphale - DUHEM, 1992a, p. 25). Se essa marcha triunfal é marcada por uma continuidade metodológica, é também sinalizadora de uma continuidade das ideias aristotélicas quanto à noção de qualidade. E a ruptura da física newtoniana com a cartesiana não é radical.

Segundo Duhem (1992a, p. 345), o cartesianismo tinha banido as qualidades da física para discorrer sobre seus objetos em linguagem matemática. A nova mecânica concebia (novamente) as qualidades, aproveitando-se das conquistas cartesianas no que tange à linguagem matemática para raciocinar com mais precisão acerca delas, representando-as por símbolos numéricos; ela é, ao mesmo tempo, filha de Aristóteles, na medida em que é uma teoria das qualidades, e também filha de Descartes, na medida em que é uma matemática universal. A caracterização do desenvolvimento da mecânica assim apresentada permite que se distingam dois aspectos do progresso da ciência: ruptura e continuidade. E falar de uma não pressupõe a exclusão de outra, conforme se pode observar na passagem que segue:

Os sistemas mecânicos se sucederam, numerosos e variados; mas nenhum deles desapareceu sem deixar uma rica herança de ideias novas àquele que o suplantou. Cada trabalhador concebeu o plano de um edifício e talhou os materiais para realizar esse plano. O edifício desmoronou, mas os materiais que serviram para construí-lo figuram em bom lugar no novo monumento (DUHEM, 1992a, p. 345).²⁴⁵

A passagem citada é retirada de *L'évolution de la mécanique*, fato que poderia servir de objeção a uma caracterização geral da visão duhemiana acerca do desenvolvimento científico, uma vez que essa obra é também anterior à descoberta da ciência medieval. Lembramos que Brenner (1992b, p. XVII) afirma a existência de uma ruptura na obra duhemiana após essa descoberta, quando Duhem passaria a defender um continuísmo histórico, segundo o qual o progresso científico é caracterizado pela lentidão e complexidade. Contudo, como se pode observar, a ideia de lentidão e continuidade já se encontra presente nas obras que antecedem essa descoberta. O que ocorre é que Duhem

²⁴⁵ *Les systèmes mécaniques se sont succédés, nombreux et variés; mais aucun d'eux n'a disparu sans laisser un riche héritage d'idées nouvelles à celui qui la supplanté. Chaque travailleur avait conçu le plan d'un édifice et taillé des matériaux pour réaliser ce plan; l'édifice s'est écroulé, mais les matériaux qui avaient servi à le bâtir figurent en bonne place dans le nouveau monument.*

passa a enfatizar a ideia de continuidade e repudiar sistematicamente a concepção de descobertas repentinas e sem conexão com sistemas teóricos anteriores. Quanto à ideia de complexidade, observamos que, já em *L'évolution de la mécanique*, Duhem (1992a, p. 342) afirma: “não é pela falta de unidade que a mecânica nova difere da mecânica antiga; ela difere pela complexidade de seus princípios”²⁴⁶.

A comparação estabelecida por Duhem entre a substituição da mecânica antiga e a edificação de um novo monumento aparece também em *Le système du monde*, um livro publicado vinte anos após *L'évolution de la mécanique*. Em passagem já citada no capítulo anterior (p. 125), vimos que Duhem afirma que não restou “pedra sobre pedra” da física aristotélica; que o novo edifício, embora tenha tomado emprestado fragmentos do velho edifício, passaria a ter uma imagem inteiramente diferente. Para quem não segue o processo de transformação da nova mecânica, é difícil reconhecer qualquer aproximação com a física aristotélica, uma ideia duhemiana exposta também em “Física do crente”:

Aquele, pois, que percorre apressadamente as obras dos peripatéticos, que se limita a tratar superficialmente as doutrinas expostas nessas obras, percebe, de todos os lados, observações estranhas, explicações sem alcance, discussões ociosas e fastidiosas, numa palavra, um sistema envelhecido, gasto, esfacelado, cujos contrastes com a física atual saltam aos olhos, sem que se possa nele reconhecer a menor analogia com nossas teorias modernas (DUHEM, 1989b; edição brasileira, p. 152).

Essa análise duhemiana lembra as dificuldades de Kuhn para encontrar um significado na física de Aristóteles a partir de um ponto de vista newtoniano e é marcada pela insistência de que é necessário um exame aprofundado e minucioso da cosmologia peripatética para que se perceba seu real valor. Para aquele que se limita a abordar, por exemplo, a teoria do lugar natural dos elementos, de modo superficial, a obra de Aristóteles lhe parecerá certamente sem importância. Duhem forja comentários de um eventual intérprete superficial de Aristóteles:

Como toda essa teoria do pesado e do leve nos parece pueril!
Como nela se reconhecem os primeiros balbucios da razão humana,

²⁴⁶ *Ce n'est donc pas par la défaut d'unité que la Mécanique nouvelle diffère de la Mécanique ancienne; elle en diffère par la complexité de ses principes.*

ensaiando a explicação da queda dos corpos! Como estabelecer a menor aproximação entre esses balbucios de uma cosmologia infantil e o admirável desenvolvimento de uma ciência em seu pleno vigor, da mecânica celeste de Copérnico e Kepler, Newton e Laplace? (DUHEM, 1989b, p. 470; edição brasileira, p. 153).

A simulação de uma leitura superficial da física antiga a partir de uma visão moderna, tal como apresentada, requer que se admita uma grande transformação ocorrida nesse campo do conhecimento. Na sequência, Duhem afirma: “Certamente, nenhuma analogia aparece entre a física atual e a teoria do *lugar natural*, se tomamos esta teoria tal como aparece à primeira vista, com todos os detalhes que compõem sua figura exterior” (DUHEM, 1989b, p. 470; edição brasileira, p. 153). Podemos inferir que, para Duhem, a “figura exterior” da física aristotélica é diferente da figura exterior da física moderna, assim como o edifício do saber antigo é diferente do edifício do saber moderno. Nesse sentido, temos de falar necessariamente de ‘duas’ figuras, de dois edifícios, o que implica abolir a ideia de um continuísmo ingênuo da parte de Duhem que, reforçando a ideia de continuidade, afirma:

[...] se despíssemos a física de Aristóteles e da Escolástica da vestimenta científica gasta e fora de moda que a recobre, [...] ficaríamos surpresos com a semelhança que ela apresenta com nossa teoria física moderna, reconheceríamos nessas duas doutrinas, duas imagens da mesma ordem ontológica, distintas porque tomadas de um ponto de vista diferente, mas de maneira alguma discordantes. (DUHEM, 1989b, p. 471; edição brasileira, p. 154).

Deparamo-nos aqui, novamente, com a afirmação de “duas imagens”, acrescida do argumento de que são vistas como distintas porque são tomadas de pontos de vista diferentes. E não poderia ser de outra forma, já que a análise de uma ou outra imagem, segundo Duhem, pressupõe regras, críticas, padrões, pautados por uma determinada visão cientificamente orientada. Nesse caso, só é possível afirmar que são discordantes se cometermos o engano de observar as imagens sob um mesmo ponto de vista. A análise do contexto em que Aristóteles construiu seu edifício científico permite a compreensão da peculiaridade de formação dessa ‘imagem’:

Os instrumentos que aumentam em tanta proporção a extensão, a segurança e a precisão de nossos meios de conhecer ainda não haviam sido inventados para captar a realidade material. O homem tinha apenas os sentidos, totalmente nus. Os dados sensíveis lhes chegavam tal como eles se apresentam de imediato à nossa percepção. Nenhuma análise tinha ainda reconhecido e desembaraçado sua assustadora complicação (DUHEM, 1989b, p. 467; edição brasileira, p. 152).

O emprego duhemiano de designações como “pueril”, “primeiros balbucios da razão humana” para a física aristotélica pode ser compreensível e até mesmo fornecer uma imagem elucidativa de progresso da ciência, se tomarmos essas designações como metáforas, se for admitido o processo lento e evolutivo do corpo de conhecimento na física. E Duhem emprega essa metáfora, afirmando que a filosofia peripatética corresponde ao período da “infância” da ciência experimental (DUHEM, 1989b, p. 467). Como historiador, reconhece, nela, o início do desenvolvimento da ciência tão avançada de sua época e admite a necessidade de uma investigação mais aprofundada para a percepção dessa evolução, uma percepção que não ocorre sem uma atitude interpretativa do historiador. Ele evidencia a preocupação em explicitar a mudança de significado ocorrida na passagem de uma tradição a outra, deixando clara a existência de rupturas conceituais no desenvolvimento da física:

O movimento local, não é, para Aristóteles, mais do que uma das formas do movimento geral, enquanto as cosmologias cartesiana, atomista e newtoniana concordam em que o único movimento possível é a mudança de lugar no espaço. [...]

A física aristotélica conhece transformações ainda mais profundas que aquelas às quais ela reserva o nome de movimento. O movimento não atinge senão os atributos (DUHEM, 1989b, p. 466; edição brasileira, p. 151).

Como temos visto, considerações acerca do significado de termos científicos são comuns na obra duhemiana. No campo da mecânica, além de ‘movimento’, que aparece como um dos mais comentados, encontramos ainda referências a ‘força’ e ‘massa’²⁴⁷:

²⁴⁷ Outros comentários interpretativos acerca das noções de ‘movimento’ são encontrados, por exemplo, em Duhem, 1988, pp. 161, 171; 1992a p. 10; sobre ‘massa’ e ‘força’, em Duhem, 1984a, v. I, pp. 8-9; 1989a p. 295.

Em todo corpo que se move, estamos acostumados a distinguir dois elementos: a *força* que move e a *massa* que é movida. Não há nada parecido na física peripatética; nenhuma das noções que se encontram aí tem a menor analogia com a noção de massa, tal como a introduzimos em nossa moderna dinâmica [...] (DUHEM, 1988, p. 192)²⁴⁸.

O trecho acima é parte da seção “A dinâmica peripatética e a impossibilidade do vazio”, uma seção que Duhem desenvolve como sendo necessária para a compreensão da definição de ‘lugar’ no pensamento aristotélico. Em sua exposição sobre a física de Aristóteles em *Le système du monde*, ele busca esclarecer conceitos, como o de ‘movimento’, ‘matéria’, ‘forma’, ‘tempo’, ‘espaço’, explicitando a variância de significado ocorrida no desenvolvimento da ciência e a interdependência dos significados dos conceitos que formam o corpo da física antiga. Não se pode ignorar a tentativa do historiador Duhem de apresentar uma narrativa interpretativa da mecânica aristotélica. Durante essa narrativa estão presentes elementos que lhe pareceram necessários para, em linhas gerais, apresentar a teoria de Aristóteles. A diferenciação entre mecânica antiga e moderna permite que se fale de ‘duas’ mecânicas. A maneira como uma substituiu a outra é exposta por Duhem de modo semelhante àquela que Kuhn apresenta no último capítulo de *A revolução copernicana*:

Durante dois milênios, ela [a teoria de Aristóteles] vai dominar toda a ciência mecânica. A revolução copernicana a derrotará para retomar, antes de qualquer coisa, a teoria platônica; ela admitirá que o semelhante atrai seu semelhante e que as partes isoladas de um astro têm tendência a retornar a esse astro. Atacada, por sua vez, por Kepler, essa doutrina de Platão terminará por dar lugar à hipótese da atração mútua de dois corpos quaisquer, hipótese que triunfará com Newton (DUHEM, 1988, p. 210)²⁴⁹.

²⁴⁸ *Dans tout corps qui se meut, nous avons accoutumé de distinguer deux éléments: la force qui meut et la masse qui est mue. Rien de semblable en la Physique peripatéticienne; aucune des notions qu'on y rencontre n'a la moindre analogie avec la notion de masse telle que nous l'introduisons dans notre moderne Dynamique [...]*

²⁴⁹ *Pendant deux millénaires, elle va dominer toute la Science mécanique. La révolution copernicaine la renversera pour reprendre, tout d'abord, la théorie platonicienne; elle admettra que le semblable attire son semblable et que les parties détachées d'un astre ont tendance à retourner à cet astre. Attaquée à son tour par Képler, cette doctrine de Platon finira par céder le pas à hypothèse de l'attraction mutuelle de deux corps quelconques, hypothèse qui triomphera avec Newton.*

Vimos que, em passagem muito semelhante a essa, Duhem (1988, p. 241) traça uma síntese da mecânica celeste aristotélica, afirmando que, desde seu surgimento, ela se vê combatida, tendo sido derrotada com a teoria da gravitação universal, a qual tem sua afirmação na obra de Newton. É interessante comparar essas passagens com aquelas presentes em *La théorie physique* referentes à teoria da gravitação universal, a partir das quais Duhem defende o crescimento contínuo da ciência como um processo lento. Tomando como ponto de partida a física de Aristóteles, Duhem (1989a, pp. 338-384) apresenta uma longa exposição das contribuições de vários pensadores, incluindo alguns da Idade Média, que teriam preparado o caminho até Newton. A ênfase aí, evidentemente, recai sobre a importância dos predecessores na elaboração da teoria newtoniana e na defesa de que essa teoria teria seu germe já na antiguidade.

Não podemos deixar de lembrar que *La théorie physique* é um texto muito mais próximo da descoberta duhemiana da ciência medieval do que *Le système du monde* e que, nesse sentido, a recusa da ideia de que a ciência moderna representava um renascimento da ciência após um período de sono profundo era uma preocupação de Duhem que, em muitas passagens de sua obra filosófica sobre a ciência, tentou argumentar decisivamente para a alteração de uma visão histórica dominante. E, apesar da argumentação reiterada da continuidade do progresso científico, Duhem (1989a, p. 342) indica também aí que a revolução copernicana é o fato decisivo para o início do desmoronamento da física de Aristóteles. Pode-se observar ainda que a indicação de muitos precursores da teoria da gravitação não diminui, aos olhos de Duhem, a importância do trabalho de Newton no progresso científico. Nenhum outro nome, aliás, é citado tantas vezes quanto o dele em *La théorie physique*. Quando discute, nessa obra, “as teorias abstratas e os modelos mecânicos”, Duhem afirma:

Pela aptidão em fornecer uma perfeita clareza às ideias mais abstratas, uma extrema precisão aos princípios mais gerais, pela arte de conduzir, numa ordem impecável, seja uma sequência de experiências, seja um encadeamento de deduções, Newton não deixa nada a desejar em relação a Descartes, nem a nenhum dos grandes pensadores clássicos.

Sua força de espírito é uma das mais poderosas que a humanidade conheceu (DUHEM, 1989a, p. 127)²⁵⁰.

A valorização dos trabalhos de Newton pode ser verificada na obra de Duhem pela admissão e afirmação da influência newtoniana no desenvolvimento de diversas áreas da ciência: astronomia, mecânica, ótica, química, etc. De outra parte, as menções às conclusões newtonianas são sempre acompanhadas de termos que as exaltam²⁵¹. A mesma veneração é dispensada nas referências aos *Principia*, “a obra imortal de Newton” (*l’immortel ouvrage de Newton* - DUHEM, 1987f, p. 69). Aliás, a consideração que Duhem traça acerca dessa obra em “Une nouvelle théorie du monde inorganique” (DUHEM, 1987f, p. 69) é significativa na medida em que aponta uma ruptura: “o livro de Newton vai se tornar o ponto de partida de uma evolução na maneira de tratar a física”²⁵². Embora – mais uma vez – o contexto seja o da distinção entre o objeto da física e o da metafísica, essa ruptura reitera a distinção de mudanças substanciais entre a física antiga e moderna, na medida em que Duhem toma os *Principia* como “o ponto de partida de uma evolução”. Ainda que, aos seus olhos, seja possível detectar um germe da hipótese da gravitação entre os gregos, é certo que foi com Newton que essa hipótese prevaleceu; que a mecânica passou a ser newtoniana – aquela que, substituindo definitivamente a aristotélica, uniu os movimentos sublunares e os movimentos celestes em uma “ciência da gravitação universal” (DUHEM, 1989a, p. 241). Esta expressão – *Science de la gravitation universelle* – fecha o capítulo sobre a física de Aristóteles em *Le système du monde*. É aí que, após apresentá-la e enaltecê-la, Duhem, numa síntese histórica, afirma que nada restará dela a partir de Copérnico; que um novo monumento será construído em substituição ao monumento da física aristotélica.

²⁵⁰ *Pour l’aptitude à donner une parfaite clarté à des idées très abstraites, une extrême précision à des principes très généraux, pour l’art de conduire dans un ordre irréprochable soit une suite d’expériences, soit un enchaînement de déductions, Newton ne le cède assurément ni à Descartes, ni à aucun des grands penseurs classiques; sa force d’esprit est une des plus puissantes que l’humanité ait connues.*

²⁵¹ Duhem afirma em *Le système du monde* (1988, p. 241) que a hipótese da gravitação “trunfará” na obra de Newton; em “L’évolution des théories physiques” (1987b, p. 219) que “a fecundidade da física newtoniana” assegura o “trunfo” do princípio da gravitação universal.

²⁵² *Le livre de Newton va devenir le point de départ d’une évolution dans la manière de traiter la physique.*

3.3 A revolução newtoniana: encontros entre Kuhn e Duhem

Pode-se observar que o nome ‘Newton’ aparece poucas vezes associado ao nome ‘revolução’ na obra duhemiana – muito diferentemente do que ocorre na kuhniana. Pode-se observar ainda que, quando empregado por Duhem, ele se situa entre relatos históricos que exemplificam e servem de argumentos em favor da continuidade histórica do desenvolvimento científico. E, ainda que Duhem tenha focado a história da ciência antiga e medieval em suas obras, é possível traçar alguns paralelos, bastante significativos a nosso ver, entre suas considerações acerca da revolução newtoniana e as de Kuhn, cujos trabalhos historiográficos estão concentrados na história moderna e contemporânea da ciência.

É interessante notar que, se as abordagens dos dois filósofos dirigidas à análise do progresso científico convergem na medida em que revelam a meta de desabonar uma visão historiográfica dominante em suas épocas, elas, concomitantemente, divergem quanto ao aspecto que é ressaltado em suas visões. Enquanto se percebe a tentativa kuhniana de atender para as revoluções como momentos decisivos para o progresso científico, é evidente a ênfase duhemiana na continuidade da ciência. A percepção de focos distintos, contudo, não conduz necessariamente a uma oposição nos resultados de suas pesquisas e reflexões; pelo contrário, ela permite a compreensão de que o suposto e difundido antagonismo entre visões continuístas e descontinuístas de progresso científico simplesmente não funciona quando aplicado a esses historiadores, especialmente na análise da evolução da física de Aristóteles a Newton. No que segue, são apresentados alguns pontos de encontro entre Kuhn e Duhem que, em nossa maneira de ver, mostram uma inesperada convergência entre suas historiografias da ciência.

3.3.1 A física antiga e a moderna: duas imagens distintas

As designações ‘antiga’ e ‘moderna’ servem a ambos os historiadores, Kuhn e Duhem, para assinalar tradições de pesquisas guiadas por certos pressupostos básicos e

marcar dois períodos de desenvolvimento da física. O primeiro período tem início em Aristóteles e finda com o início da revolução copernicana; o segundo começa com Newton, o que lhes permitem falar em dinâmica ou mecânica ou física associada ao adjetivo ‘newtoniana’ ou ‘aristotélica’²⁵³. Embora essas denominações não estejam necessariamente vinculadas a um reconhecimento de mudança revolucionária, já que tanto Kuhn quanto Duhem falam, por exemplo, em “física cartesiana”²⁵⁴, elas marcam uma contraposição nítida na admissão de duas maneiras distintas e sobressalentes na história da concepção do mundo físico.

Vimos que Duhem emprega a comparação das duas físicas a dois edifícios – um que sucede ao outro, então destruído pela revolução copernicana. Essa comparação é esclarecedora na medida em que remete à visão de imagens distintas da física sob pontos de vista diferentes, sendo essas imagens determinadas pelo contexto histórico e cultural em que foram desenvolvidas. Como também já foi mencionado acima, é difícil, segundo Duhem, identificar algum vestígio da física aristotélica diante da física newtoniana. Para aqueles que tentam interpretar a física aristotélica segundo os padrões newtonianos, ela aparecerá insignificante. Contudo, essa impressão é resultante de um modo deturpado de avaliar o passado da ciência e Duhem apresenta a possibilidade de uma visão alternativa:

Inteiramente outra é a impressão experimentada por aquele que cava mais fundo. Sob essa crosta superficial onde se conservam, mortas e fossilizadas, as doutrinas físicas dos tempos antigos, ele descobre os pensamentos profundos que estão no próprio coração da cosmologia peripatética. Liberados da casca que os escondia e, ao mesmo tempo, os mantinha cativos, esses pensamentos retomam vida e movimento. À medida que se animam, vê-se abolir a máscara de velhice que os dissimulava [...] (DUHEM, 1989b, p. 468)²⁵⁵.

²⁵³ Estas expressões são encontradas exaustivamente nas obras dos dois historiadores, o que torna supérflua a indicação de suas ocorrências.

²⁵⁴ Ver, por exemplo, Duhem, 1985, p. 29; Kuhn, 1970a, p. 259.

²⁵⁵ *Tout autre est l'impression ressentie par celui qui creuse davantage; sous cette croûte superficielle où se conservent, mortes et fossilisées, les doctrines physiques des anciens âges, il découvre les pensées profondes qui sont au couer même de la Cosmologie péripatéticienne; débarrassées de l'écorce qui les cachait en même temps qu'elle les tenait captives, ces pensées reprennent vie et mouvement; au fur et à mesure qu'elles s'animent, ou voit s'effacer le masque de vétuste qui les dissimulait [...]*

A consideração duhemiana de um intérprete da física aristotélica lembra a experiência do intérprete Kuhn, antes e depois da descoberta do significado dessa física. Se antes, como muitos historiadores de sua época, ele pesquisava a mecânica aristotélica com perspectiva newtoniana e, conseqüentemente, percebia, nessa mecânica, além de erros, conteúdo muito pouco significativo, pôde, depois, perceber a força e a autoridade do pensamento de Aristóteles, que retomaram, em termos duhemianos, “vida e movimento”. É o que afirma Kuhn:

Depois de ter alcançado isso [a descoberta de nova maneira de ler um texto] metáforas exageradas tornaram-se, muitas vezes, relatos naturalistas, e muitos elementos aparentemente absurdos desapareceram. Não me tornei um físico aristotélico, mas aprendi, em certa medida, a pensar como um. Daí por diante não tive grandes problemas em compreender por que Aristóteles tinha dito o que disse acerca do movimento ou por que é que suas afirmações tinham sido aceitas tão seriamente (KUHN, 1977, p. XII)²⁵⁶.

A mudança da visão acerca da física de Aristóteles permitiu a Kuhn falar da passagem da física aristotélica para a newtoniana com uma atitude compreensiva. A equiparação que ele estabelece entre essa transição e a *gestalt* também é esclarecedora por remeter às visões de imagens distintas da física sob pontos de vista diferentes. Embora existam diferenças na escolha das figuras comparadas com as ‘figuras’ das físicas antiga e moderna – Kuhn privilegia a figura da *gestalt* pato-coelho, enquanto Duhem fala de dois edifícios²⁵⁷ – parece-nos possível evocar aqui uma semelhança estilística e didática entre eles que é esclarecedora e converge no sentido de se apontar para duas físicas distintas.

Falar de ‘duas físicas’ pressupõe mudança e exige um modo distinto de interpretação de textos antigos. É o que defendem e mostram Kuhn e Duhem em suas considerações sobre a física de Aristóteles. Kuhn recorre à ‘incomensurabilidade’ como um conceito que explica a ausência de uma linguagem comum capaz de dar conta da leitura de

²⁵⁶ *After I achieved this one, strained metaphors often became naturalistic reports, and much apparent absurdity vanished. I did not become an Aristotelian physicist as a result, but I had to some extent learned to think like one. Thereafter I had few problems understanding why Aristotle had said what he did about motion or why his statements had been taken so seriously.*

²⁵⁷ A escolha da figura é, acreditamos, em último caso, ditada pelos contextos em que escreveram.

duas teorias distintas, como a de Aristóteles e a de Newton. Duhem, por sua vez, também aponta a impossibilidade de uma linguagem comum para se abordar duas teorias distintas:

Conforme se adota uma ou outra teoria, as próprias palavras que figuram no enunciado de uma lei da física mudam de sentido, de modo que a lei pode ser aceita por um físico que admite tal teoria e rejeitada por outro físico que admite uma outra teoria (DUHEM, 1989a, p. 252)²⁵⁸.

Em outra passagem, lemos:

Quantas não são as discussões científicas em que cada um dos dois defensores pretende esmagar seu adversário sob o testemunho irrecusável dos fatos, apresentando observações contraditórias. A contradição não está na realidade, sempre de acordo com ela mesma. Ela está entre as teorias pelas quais cada um dos dois contendores exprime essa realidade. Quantas proposições assinaladas como monstruosos erros nos escritos daqueles que nos precederam! Talvez seriam celebradas como grandes verdades, se se quisesse informar-se a respeito das teorias que conferem seu verdadeiro sentido a essas proposições, se se tivesse o cuidado de traduzi-las na linguagem das teorias praticadas hoje (DUHEM, 1987d, p. 177-178; edição brasileira, p. 106).

É interessante observar que Duhem afirma que, muitas vezes, teorias julgadas equivocadas “talvez” pudessem ser vistas como verdadeiras, se compreendidas por aqueles que as analisam. A afirmação certamente é apropriada para a leitura dos textos de Aristóteles se for levado em consideração o contexto de desenvolvimento de sua física.

3.3.2 O historiador como intérprete e professor de idiomas²⁵⁹

Como já afirmamos, a tentativa de compreender teorias consideradas obsoletas, apresentando-as como significativas para o desenvolvimento da ciência, é uma

²⁵⁸ *Selon que l'on adopte une théorie ou une autre, les mots mêmes qui figurent dans l'énoncé d'une loi de Physique changent de sens, en sorte que la loi peut être acceptée par un physicien qui admet telle théorie et rejetée par un autre physicien qui admet telle autre théorie.*

²⁵⁹ Esse é o título de uma das seções do artigo de Kuhn “Comensurabilidade, comparabilidade e comunicabilidade”, republicado em *O caminho desde A estrutura* (2000).

característica constante nas considerações históricas de Duhem e Kuhn. No que se refere à Física Aristotélica, encontramos passagens muito semelhantes, a começar pela atenção ao significado de ‘movimento’, conforme passagem já citada neste trabalho e reproduzida abaixo:

O significado da palavra *movimento* toma, assim, na língua de Aristóteles, uma extensão extrema; ela não tem, de modo algum, a estreiteza que tomou na física moderna em que designa somente o movimento pelo qual um corpo é transportado de um lugar a outro, o *movimento local* (DUHEM, 1988, pp.160-161)²⁶⁰.

Segundo Kuhn,

Quando o termo “movimento” ocorre na física aristotélica, ele se refere à mudança em geral, não apenas à mudança de posição de um corpo físico. A mudança de posição, o tópico exclusivo da mecânica para Galileu e Newton, é para Aristóteles uma entre várias subcategorias do movimento (KUHN, 2000, p. 17; edição brasileira, p. 28).

Importa assinalar que, tanto nessas passagens acima, como em outras nas quais discutem a noção aristotélica de movimento²⁶¹, Duhem e Kuhn elucidam outros aspectos – e, conseqüentemente, outros conceitos, tais como o de matéria, qualidade, posição, etc., – que importam para a compreensão do que Aristóteles concebia por ‘movimento’. A preocupação com o “reajustamento conceitual fundamental exigido do historiador para recuperar o passado ou, inversamente, do passado para se desenvolver em direção ao presente” (KUHN, 1977, p. XIV)²⁶², está presente nos escritos de Duhem. Em relação ao progresso da física, ele afirma:

É através dessa luta incessante, desse trabalho que completa as leis, reenquadrando as exceções, que a física progride. É porque um pedaço de

²⁶⁰ *La signification du mot mouvement prend ainsi, dans la langue d'Aristote, une étendue extrême; elle n'a nullement l'étroitesse qu'elle a prise dans la Physique moderne, ou elle désigne seulement le mouvement par lequel un corps est transporté d'un lieu dans un autre, le mouvement local.*

²⁶¹ Outras passagens acerca de “movimento”, além das mencionadas neste trabalho, podem ser encontradas em Duhem, 1988, pp. 161, 171, 208; 1992a, p. 10; 1989b, p. 466; em Kuhn, 2000, pp. 30, 60.

²⁶² [...] *the fundamental conceptual readjustment required of the historian to recapture the past or, conversely, of the past to develop toward the present.*

âmbar friccionado com lã mostrou serem imperfeitas as leis da gravidade que a física criou as leis da eletrostática; é porque um ímã produz efeitos contrários a essas mesmas leis que ela imaginou as leis do magnetismo; é porque Oersted encontrou uma exceção às leis da eletrostática e do magnetismo, que Ampère inventou as leis da eletrodinâmica e do eletromagnetismo. A física não progride como a geometria que acrescenta novas proposições definitivas e indiscutíveis às proposições definitivas e indiscutíveis que ela possuía antes; ela progride porque, sem cessar, a experiência faz surgir novos desacordos entre a teoria e a realidade, e que, sem cessar, os físicos retocam e modificam a teoria para dar-lhe uma mais perfeita semelhança com a realidade (DUHEM, 1987f, p. 193; edição brasileira, p. 116).

Se a passagem acima pode servir para a afirmação duhemiana de um continuísmo histórico no progresso da ciência, ela também serve para a recusa de que ele defenda um progresso meramente cumulativo, uma recusa perceptível em sua afirmação de que a física não progride pelo acréscimo “de novas proposições definitivas e indiscutíveis às proposições definitivas e indiscutíveis que ela possuía antes”. Contudo, no momento, ela nos interessa por outro motivo: ao analisar o progresso científico, é preciso admitir que, entre a observação de um pedaço de âmbar, friccionado por um pedaço de lã e as leis da eletrodinâmica, há uma evolução a ser compreendida que requer mudanças na linguagem da física, uma mudança que, por sua vez, pressupõe teorias distintas. Assim, a análise do relato de um físico pressupõe que se interprete esse relato, segundo a(s) teoria(s) que ele admite. Segundo Duhem, é

[...] necessário, em primeiro lugar, inquirir com grande cuidado as teorias que ele considera como estabelecidas e que empregou na interpretação dos fatos por ele constatados; na falta de conhecimentos dessas teorias, seria impossível apreender o sentido que ele atribui a seus próprios enunciados. Esse físico estaria diante de nós como uma testemunha diante de um juiz que não entende a sua língua (1987d, p. 176; edição brasileira, p. 105).

Estendendo a comparação duhemiana, podemos afirmar que o intérprete de Aristóteles com mente newtoniana certamente será um juiz que não entende a língua da testemunha e que, por isso, certamente fará um mau julgamento. Diferentemente ocorre se esse mesmo leitor compreender a “língua de Aristóteles”. Tanto Duhem quanto Kuhn

empregam, em diversas passagens de suas obras, expressões como essa e outras similares²⁶³. E aqui podemos evocar em ambos a ideia de tradução. Segundo Kuhn (2000, p. 166; edição brasileira, p. 206), “parte do aprendizado de traduzir uma língua ou uma teoria é aprender a descrever o mundo no qual a língua ou a teoria funcionam”. Assim, a compreensão de conceitos empregados por Aristóteles requer uma explicação discursiva como aquela presente na tradução do termo ‘movimento’ citada acima. Entre outras explicações de termos aristotélicos presentes nos escritos de Kuhn, destacamos a seguinte:

Na física de Aristóteles, por outro lado, a matéria é quase dispensável. É um substrato neutro, presente onde quer que um corpo possa estar – o que significa onde quer que haja espaço ou lugar. Um corpo particular, uma substância, existe em qualquer lugar em que esse substrato neutro, algo semelhante a uma esponja, esteja suficientemente impregnado de qualidades tais como calor, umidade, cor, etc., que lhe conferem uma identidade individual. A mudança ocorre ao mudarem as qualidades, não a matéria, ao serem removidas de determinada matéria algumas qualidades que são substituídas por outras. Há, até mesmo, algumas leis de conservação implícitas a que as qualidades, aparentemente, precisam obedecer (KUHN, 2000, pp. 17- 18; edição brasileira, pp. 28-29).

Observemos, agora, uma explicação interpretativa de Duhem:

Consideremos, por exemplo, a teoria das ações exercidas por um magneto sobre o ferro, e suponhamos, por um momento, que somos peripatéticos.

O que nos ensina a *Metafísica* de Aristóteles a respeito da natureza real dos corpos? Toda substância e, particularmente toda substância material, resulta da união de dois elementos, um permanente, a *matéria*, o outro, variável, a *forma*. Pela permanência de sua matéria, um pedaço de ferro permanece, aos nossos olhos, sempre e em todas as circunstâncias, a mesma porção de ferro; pelas variações que sua forma sofre, pelas *alterações* que ela experimenta, as propriedades desse mesmo pedaço de ferro podem mudar segundo as circunstâncias; ele pode ser sólido ou

²⁶³ Outros exemplos que remetem à ideia de compreensão de uma linguagem científica diferente, encontradas em Duhem são: “linguagem peripatética” (1988, p. 212); “linguagem de Aristóteles” (1989a, p. 159); “expressão moderna” (1989a, 373); “linguagem atual” (1905, p. 51). Em Kuhn, encontramos: “vocabulário moderno” (2000, p. 214); “linguagem moderna” (2000, pp. 40, 43, 53); “terminologia moderna” (2000, p. 40); “palavras ou frases modernas” (2000, p. 43).

líquido, quente ou frio, assumir essa ou aquela figura (DUHEM, 1989a, p. 9)²⁶⁴.

Nos exemplos citados, vimos que os historiadores, para fazer compreender a física aristotélica, necessitam apresentar uma explicação, uma descrição do modo como Aristóteles concebia determinados conceitos; em outras palavras, o historiador necessita aprender a ler Aristóteles, como um falante aprende outra língua. O aprendizado de uma linguagem científica de um determinado contexto implica o aprendizado conjunto do conhecimento que se tinha da natureza, conforme explicitado por Kuhn:

Como, então, adquirimos o conhecimento da natureza que está embutido na linguagem? Na maioria dos casos, ao mesmo tempo e pelas mesmas técnicas por que adquirimos a própria linguagem, quer cotidiana, quer científica. Partes do processo são bem conhecidas. As definições em um dicionário nos dizem alguma coisa a respeito do que significam as palavras e, simultaneamente, nos informam dos objetos e situações a cujo respeito podemos precisar ler ou falar. Acerca de algumas dessas palavras, nós aprendemos mais – e, acerca de outras, tudo o que sabemos – ao encontrá-las numa variedade de sentenças. Em tais circunstâncias, [...] adquirimos leis da natureza junto com um conhecimento de significados (KUHN, 2000, p 167; edição brasileira, pp. 206-207).

Duhem, de modo mais indireto talvez, faz várias considerações acerca da linguagem científica. Nelas, encontramos aspectos próximos da argumentação kuhniana relativos à comparação entre linguagem cotidiana e científica e à ideia de tradução e interpretação de teorias distintas. Vejamos um exemplo da comparação entre linguagem comum e científica:

[...] as definições físicas constituem um verdadeiro vocabulário: assim como um dicionário francês é um conjunto de convenções que faz

²⁶⁴ *Considérons, par exemple, la théorie des actions que l'aimant exerce sur le fer, et supposons, pour un instant, que nous soyons péripatéticiens.*

Que nous enseigne, au sujet de la nature réelle des corps, la Métaphysique d'Aristote? Toute substance et, particulièrement, la substance matérielle, résulte de l'union de deux éléments, l'un permanent, la matière, l'autre variable, la forme; par la permanence de sa matière, le morceau de fer que j'ai sous les yeux demeure, toujours et en toutes circonstances, le même morceau de fer; par les variations que sa forme subit, par les altérations qu'elle éprouve, les propriétés de ce même morceau de fer peuvent changer suivant les circonstances; il peut être solide ou liquide, chaud ou froid, affecter telle ou telle figure.

corresponder a cada objeto um nome, da mesma maneira, também numa teoria física, as definições são um conjunto de convenções, fazendo corresponder uma grandeza a cada noção física (DUHEM, 1987d, pp. 5-6; edição brasileira, p. 16).

As definições da física, segundo Duhem, enquanto convenções, são arbitrárias e distinguem-se, por esse perfil, das definições na geometria. Enquanto nessa última é necessária “uma boa definição de uma noção dada, por exemplo, a de ângulo reto” (DUHEM, 1987d, p. 6; edição brasileira, p. 16), na física é possível conjugar diversas definições de uma noção, como a de temperatura²⁶⁵. Se, nesse caso, as definições são alteradas, as hipóteses também o serão. Mas as alterações não representam uma real transformação da hipótese e sim o produto de uma tradução de uma hipótese em um sistema de símbolos diferentes, que pode ser comparada à tradução de uma mesma proposição da linguagem natural em vários idiomas. Com essas considerações, estamos falando de tradução, sob dois ângulos: em primeiro lugar, da tradução da hipótese em linguagem científica; em segundo lugar, da tradução de uma linguagem científica para outra linguagem científica, de uma determinada teoria para outra teoria distinta. Sobre o primeiro caso, Duhem apresenta algumas ressalvas:

Mas quem traduz, trai; *traduttore, traditore*; nunca há adequação completa entre dois textos que uma versão faz corresponder um ao outro. Entre os fatos concretos, tais como o físico os observa e os símbolos numéricos pelos quais os fatos são representados nos cálculos dos teóricos, a diferença é extrema.

[...]

Um fato prático não é traduzido, portanto, em fato teórico único, mas por um tipo de feixe que compreende uma infinidade de fatos teóricos diferentes (DUHEM, 1989a, pp. 199-201)²⁶⁶.

²⁶⁵ A noção de temperatura é citada por Kuhn (2000, p. 69. Edição brasileira, p. 90) como exemplo de unidade de medidas tomadas como convenção: “contraste-se o caso da temperatura, em que tanto a unidade como a escala podem ser escolhidas por convenção.

²⁶⁶ *Mais qui traduit, trahit; traduttore, traditore; il n'y a jamais adéquation complète entre les deux textes qu'une version fait correspondre l'un à l'autre. Entre les faits concrets, tels que le physicien les observe, et les symboles numériques par lesquels ces faits sont représentés dans les calculs du théoricien, la différence est extrême.*

[...]

Un fait pratique ne se traduit donc pas par un fait théorique unique, mais par une sorte de faisceau qui comprend une infinité de faits théoriques différents [...]

Quando um físico expõe o resultado de uma experiência, não relata simplesmente os fatos observados, mas apresenta uma interpretação e uma transposição desses fatos para um mundo ideal e simbólico, criado pelas teorias que ele considera como estabelecidas. Essa experiência pode ser analisada por todos aqueles que admitam as teorias que o físico admite, que sigam as mesmas regras na interpretação dos mesmos fenômenos observados, enfim, que falem a mesma língua empregada por ele. Contudo, segundo Duhem,

não é sempre assim; não é assim quando discutimos as experiências de um físico que não pertence à mesma escola que nós; não é assim, sobretudo, quando se discutem as experiências de um físico que cinquenta anos, um século, dois séculos, separam de nós. É necessário, então, procurar estabelecer uma correspondência entre as ideias teóricas do autor que estudamos e as nossas; interpretar de novo, por meio de símbolos que usamos, aquilo que ele tinha interpretado por meio dos símbolos que aceitava. Se conseguirmos isso, a discussão de sua experiência tornar-se-á possível; essa experiência será um testemunho dado numa língua estranha à nossa, mas numa língua da qual possuímos o vocabulário. Poderemos traduzi-la e investigá-la (DUHEM, 1989a, p. 241)²⁶⁷.

Podemos notar como o trabalho de interpretação importa na análise de teorias antigas na concepção de Duhem, que, entretanto, não generaliza a possibilidade de compreensão de todas as teorias do passado:

Quantas observações acumuladas pelos físicos de outrora se perderam para sempre! Seus autores negligenciaram o esclarecimento sobre os métodos de que se serviram para interpretar os fatos; é impossível para nós traduzir suas interpretações para nossas teorias. Eles encerraram suas

²⁶⁷ [...] *il n'en pas toujours ainsi; il n'en est pas ainsi lorsque nous discutons les expériences d'un physicien qui n'appartient pas à la même École que nous; il n'en est pas ainsi, surtout, lorsque nous discutons les expériences d'un physicien que cinquante ans, qu'un siècle, que deux siècles séparent de nous. Il nous faut alors chercher à établir une correspondance entre les idées théoriques de l'auteur que nous étudions et les nôtres; interpréter à nouveau, au moyen des symboles dont nous usons, ce qu'il avait interprété au moyen des symboles qu'il acceptait; si nous y parvenons, la discussion de son expérience deviendra possible; cette expérience sera un témoignage rendu dans une langue étrangère à la nôtre, mais dans une langue dont nous possédons le vocabulaire; nous pourrons le traduire et l'examiner.*

Esta passagem é encontrada também no texto “*Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale* (DUHEM, 1987e, p. 176)”, publicada originalmente em 1984, de modo quase integral. O que chama a atenção é o uso de “sobretudo” (*surtout*) para reforçar a dificuldade de interpretação de textos mais antigos e a frase “podemos traduzi-la”, ausente na primeira versão, um indício de que Duhem estivesse, talvez, mais consciente das exigências envolvidas no seu ofício de historiador.

ideias sob signos para os quais não temos a chave (DUHEM, 1989a, p. 242)²⁶⁸.

A possibilidade de tradução de uma teoria a outra²⁶⁹ vem acompanhada da ideia de complexidade envolvida no processo da tradução entre teorias pertencentes a escolas diferentes e entre teorias distantes cronologicamente na história da ciência. A reiteração duhemiana acerca da necessidade de interpretação atenta para a exigência de se conhecer o contexto histórico investigado. Note-se que, na citação acima, há uma reivindicação sobre o esclarecimento acerca dos métodos utilizados por cientistas antigos para interpretação dos fatos, sem o qual não se pode “traduzir suas interpretações para nossas teorias”. É evidente que Kuhn não falaria em traduzir as interpretações dos físicos antigos para teorias aceitas hoje. Não podemos traduzir as interpretações de Aristóteles segundo a física newtoniana. Nesse sentido, há um refinamento na noção de incomensurabilidade que é próprio à filosofia de Kuhn. Quando ele afirma, por exemplo, que a interpretação de teorias obsoletas de cientistas antigos resulta de uma bem sucedida tentativa de “entrar na mente deles” (KUHN, 2000, p. 315; edição brasileira, p. 377), de pensar como eles, revela claramente a distinção entre tradução e interpretação, aparentemente não tão evidente em Duhem. De qualquer modo, não há como negar que a interpretação histórica da ciência empreendida por Duhem com relação a métodos e teorias que passaram a ser considerados obsoletos encontra – como tentamos mostrar – uma similaridade significativa com aquela de Kuhn²⁷⁰.

Assim, se Duhem afirma a impossibilidade de se traduzir um “fato prático” em um “fato teórico único”, já que o primeiro pressupõe “um tipo de feixe que compreende uma infinidade de fatos teóricos diferentes” (DUHEM, 1989a, p. 201), Kuhn atenta para a

²⁶⁸ *Que d'observations, accumulées par les physiciens d'autrefois, sont ainsi perdues à tout jamais! Leurs auteurs ont négligé de nous renseigner sur les méthodes qui leur servaient à interpréter les faits; il nous est impossible de transposer leurs interprétations dans nos théories; ils ont enfermé leurs idées sous des signes dont nous n'avons pas la clé.*

²⁶⁹ Um exemplo utilizado por Duhem é o da tradução de certos aspectos da teoria da emissão de Newton na linguagem da teoria das ondulações, feitas por Young e Fresnel, que perceberam que os números dados por Newton, multiplicados por 4, levavam aos comprimentos de onda das diversas cores (DUHEM, 1989a, pp. 241-242). Note-se que o exemplo de tradução envolve teorias que estão muito próximas no desenvolvimento da ótica, diferentemente do que seria a tradução entre a física aristotélica e a física newtoniana, em que estão presentes aspectos muito mais complexos, conforme mostra a própria exposição histórica da primeira feita por Duhem.

²⁷⁰ Lembremos ainda que Kuhn tinha, no contexto de desenvolvimento de sua filosofia, mais elementos para abordar a interpretação histórica, dados os estudos já existentes acerca da hermenêutica histórica.

impossibilidade de se traduzir um a um termos como ‘massa’, ‘peso’, uma vez que esses só podem ser compreendidos em conjunto. Em outros casos, o historiador se depara com expressões novas que precisam ser aprendidas ou reaprendidas. A interpretação – diz Kuhn (2000, p. 45; edição brasileira, p. 61) – “é o processo por meio do qual é descoberto o uso desses termos, processo que tem sido muito discutido recentemente com a rubrica de hermenêutica. [...] A questão da tradução simplesmente não emerge”. É importante lembrar que Kuhn distingue tradução e interpretação como processos distintos, relacionando intradutibilidade à incomensurabilidade (2000, pp. 34, 60; edição brasileira, pp. 49, 80). Nesse sentido, é a interpretação que torna possível o aprendizado e conseqüentemente a narrativa de teorias científicas consideradas obsoletas, as quais requerem uma compreensão holística. A “incomensurabilidade torna-se, assim, um tipo de intradutibilidade circunscrita a uma ou outra área em que duas taxonomias lexicais diferem” (KUHN, 2000, p. 93; edição brasileira, p. 118).

Em *O caminho desde A estrutura* (2000, p. 117), Kuhn afirma que seu interesse pela linguagem e pelo significado está relacionado diretamente aos “significados de uma classe restrita de termos”, que são, de modo geral, “termos taxonômicos ou termos para espécies”. Aqui deparamo-nos com outro aspecto aproximativo entre as visões de Duhem e Kuhn, relativo ao modo de concepção de teorias científicas. Pensemos na expressão kuhniana “taxonomia lexical”. Ela aparece como significativamente elucidativa para se compreender as características de uma revolução, especialmente a revolução newtoniana, por motivos que se tornarão claros no que segue. Em seu artigo “O que são revoluções científicas?”, Kuhn (2000, p. 30; edição brasileira, p. 42) assegura que o que caracteriza as revoluções “é a mudança em várias das categorias taxonômicas que são pré-requisitos para descrições e generalizações científicas”. É interessante que o que ele considera nesse artigo como “pré-requisito para descrições e generalizações científicas” não apareça como elemento significativo em *A estrutura*. Talvez, isso seja explicado pela sua adesão, cada vez mais perceptível nos textos tardios, à metáfora biológica²⁷¹. Fato é que vimos, nessa

²⁷¹ Em artigo escrito em 1990, afirma Kuhn: “[...] tentei firmar e estender o paralelo entre desenvolvimento científico e desenvolvimento biológico sugerido ao final da primeira edição de *A estrutura* [...]” (2000, p. 96. Edição brasileira, p. 123).

expressão, um mote a mais para cotejar aproximativamente sua visão com a de Duhem. Ao discutir uma característica da revolução cujo exemplo é a newtoniana, afirma Kuhn:

[...] o caráter distintivo da mudança revolucionária na linguagem é que ela altera não apenas os critérios pelos quais os termos se ligam à natureza, mas também, por extensão, o conjunto de objetos ou situações a que esses termos se ligam. O que tinham sido exemplos paradigmáticos de movimento para Aristóteles – da bolota para o carvalho, ou da doença para a saúde – não eram, de modo algum, movimentos para Newton. Na transição, uma família natural deixou de ser natural; seus membros foram redistribuídos entre conjuntos preexistentes; e apenas um deles continuou mantendo o nome antigo (KUHN, 2000, p. 29-30; edição brasileira, p. 42).

Com a revolução, “uma família natural deixou de ser natural”, a física aristotélica não mais vale como descrição do mundo; com Newton, há uma alteração da taxonomia lexical. Diferentemente do que ocorre na ciência normal, em que se amplia o conjunto de termos categoriais, uma mudança revolucionária requer uma reconstrução taxonômica²⁷², uma mudança de esquema conceitual²⁷³. Escreve Kuhn:

[...] a história da protociência mostra que a ciência normal é possível somente com caixas muito especiais, e a história da ciência desenvolvida mostra que a natureza não se deixará confinar indefinidamente em nenhum conjunto que os cientistas tenham construído até agora (KUHN, 2000, p. 159; edição brasileira, p. 197).

Compare-se a afirmação acima com a seguinte comparação de Duhem:

Imagine-se que um colecionador queira ordenar conchas. Ele toma sete compartimentos, que marca com as sete cores do espectro, e coloca

²⁷² “Reconstrução taxonômica” é uma expressão muito apropriada para se falar de revolução em nossa tentativa de aproximar a visão de Duhem e Kuhn. A ideia de reconstrução está muito próxima da de reedificação, presente na comparação duhemiana entre a reconstrução da física e a reedificação de um edifício.

²⁷³ Kuhn (2000, p. 94) afirma que o que denominou de “taxonomia lexical” poderia ser melhor denominado de “esquema conceitual”. Lembramos aqui da caracterização kuhniana da revolução empreendida por Copérnico. A revolução newtoniana pode, assim como a copernicana, ser vista como uma mudança de esquema conceitual. Embora a explicação kuhniana apareça, agora, um pouco mais detalhada, com novos elementos, a correlação entre taxonomia lexical e esquema conceitual nos parece bastante sugestiva para nossos propósitos investigativos.

as conchas vermelhas no compartimento vermelho, as conchas amarelas no compartimento amarelo, etc. Mas se uma concha branca se apresenta, ele não saberá o que fazer, porque não tem um compartimento branco. Teremos certamente muita pena de sua razão, se o ouvirmos concluir embaraçadamente pela não existência de conchas brancas no mundo (DUHEM, 1989b, p. 434; edição brasileira, p. 133).

Essa comparação duhemiana é apropriada para falar de sua concepção de uma teoria física como uma classificação natural. Mas o que é uma classificação natural? Essa é uma questão também colocada por Duhem que explicita o significado da expressão recorrendo a um exemplo: a classificação natural dos vertebrados, realizada por um naturalista, como segue:

A classificação que ele [o naturalista] imaginou é a de um grupo de operações intelectuais que não se refere a indivíduos concretos, mas a abstrações, espécies. Essas espécies são organizadas em grupos, nos quais as mais particulares se subordinam às mais gerais. Para formar esses grupos, o naturalista considera os diversos órgãos: coluna vertebral, crânio, coração [...] não sob a forma particular e concreta que eles tomam em cada indivíduo, mas sob a forma abstrata, geral, esquemática, que convém a todas as espécies de um mesmo grupo. Entre esses órgãos assim transfigurados pela abstração, ele estabelece comparações, nota analogias e diferenças [...] a classificação não é senão um quadro sinótico que resume todas essas aproximações (1989a, pp. 32-33)²⁷⁴.

As relações estabelecidas entre as leis de uma teoria estão unidas, afirma Duhem (1989a, pp. 30 e 33), por um tipo de parentesco, uma consideração que lembra a expressão kuhiana “família natural”. A perspectiva duhemiana é continuísta: o experimentador traz constantemente novas descobertas que dão origem a novas leis e que ampliam a classificação. Contudo, Duhem não deixa de reconhecer que uma teoria não

²⁷⁴ *La classification qu'il a imaginée est un ensemble d'opérations intellectuelles; elle ne porte pas sur des individus concrets, mais sur des abstractions, les espèces; ces espèces, elle les range en groupes dont les plus particuliers se subordonnent aux plus généraux; pour former ces groupes, le naturaliste considère les divers organes, colonne vertébrale, crâne, coeur, [...] non sous la forme particulière et concrète qu'ils prennent chez chaque individu, mais sous la forme abstraite, générale, schématique, qui convient à toutes les espèces d'un même groupe; entre ces organes ainsi transfigurés par l'abstraction, il établit des comparaisons, il note des analogies et des différences; [...] la classification n'est qu'un tableau synoptique qui résume tous ces rapprochements.*

pode ser concebida como definitiva por melhor que ela se apresente. Ao discutir as razões pelas quais a lei da gravitação universal poderia ser preferida a outra teoria, ele afirma que essas razões

[...] não teriam nenhum peso no dia em que se descobrisse um fenômeno que a lei newtoniana da atração fosse inapta para representar e do qual outra mecânica celeste fornecesse uma imagem satisfatória. Nesse dia, os astrônomos seriam obrigados a preferir a nova teoria à antiga (DUHEM, 1989b, p. 438; edição brasileira, p. 135).

A classificação natural, tomada como a meta de uma teoria física, por Duhem, e a concepção kuhniana de taxonomia lexical como pré-requisito para descrições e generalizações científicas são elementos importantes para se pensar na revolução newtoniana: para ambos, relações entre “espécies” se modificaram de modo a estabelecer um quadro inteiramente diferente, que torna irreconhecível, ao observador superficial, a ordem e a coerência existentes no quadro anterior.

3.3.3 Crescimento gradual da física: evolução biológica

‘Gradual’, como temos afirmado diversas vezes, é um adjetivo constante nos textos de Duhem quando ele discorre sobre o desenvolvimento da ciência e, associado à característica de lentidão, está presente também na caracterização crítica dirigida à sua visão por intérpretes que o veem como o continuísta que recusa invariavelmente a ocorrência de revoluções na história da ciência. Comentamos acima como a descoberta da gravitação lhe serve de exemplo para a recusa radical da ideia de que a ciência moderna nasce abrupta e repentinamente. De acordo com sua interpretação, o que é fruto da ciência newtoniana estava já em germe na física dos gregos e resulta de uma evolução, comparável com a evolução biológica, como sugerida no exemplo que segue:

Quando alguns golpes do bico quebram a casca de um ovo e o pintinho escapa de sua prisão, a criança pode imaginar que tal massa rígida e imóvel, semelhante às conchas brancas que ela pega à beira do rio, tomou vida repentinamente e produziu a ave que corre e pia; mas onde sua imaginação infantil vê uma criação repentina, o naturalista

reconhece a última fase de um longo desenvolvimento. Ele remonta, pelo pensamento, à fusão primeira de dois microscópicos núcleos para examinar, em seguida, a série de divisões, diferenciações e reabsorções que, célula por célula, construíram o corpo da jovem ave (DUHEM, 1989a, p. 337)²⁷⁵.

Como outras comparações envolvendo processos biológicos, essa mencionada acima vem reforçar a necessidade de se atentar para o desenvolvimento da ciência como uma ação continuada, que se processa lenta e gradualmente. E, como em todas as outras comparações duhemianas, o observador que só vê o produto final, tende a crer que ele brota de modo imprevisto e instantâneo. Na ciência, quem só vê as revoluções é como a criança que observa o nascimento do pintinho. O historiador não superficial será como o naturalista: reconhece o processo com suas fases, modificações, configurações, etc.

Lembramos aqui ainda da seguinte afirmação duhemiana: “É pelos frutos que se julga a árvore; ora, a árvore da ciência cresce com extrema lentidão; séculos passam antes que seja possível colher o fruto maduro; somente hoje nos é permitido extrair e apreciar o sumo das doutrinas que floresceram no século XVII (DUHEM, 1992a, p. 3)²⁷⁶. Esse modo duhemiano de conceber o progresso da ciência demonstra similaridade com a visão de Kuhn do progresso científico, conforme explicitada na passagem que segue.

O que estou assim sugerindo, de maneira bastante concisa, é que as práticas humanas em geral, e as práticas científicas em particular, evoluíram no decurso de um longo período de tempo, e seu desenvolvimento forma algo que, em linhas bem gerais, assemelha-se a uma árvore evolutiva (KUHN, 2000, p. 117; edição brasileira, p. 147).

Em outra passagem, Kuhn explica:

²⁷⁵ *Lorsque quelques coups de bec brisent la coquille de l'oeuf et que le poussin s'échappe de sa prison, l'enfant peut s'imaginer que cette masse rigide et immobile, semblable aux cailloux blancs qu'il ramasse au bord du ruisseau, a soudainement pris vie et produit l'oiseau qui court et piaille; mais là où son imagination puérile voit une soudaine création, le naturaliste reconnaît la dernière phrase d'un long développement; il remonte, par la pensée, à la fusion première de deux microscopiques noyaux pour redescendre, ensuite, la série des divisions, des différenciations, des résorptions qui, cellule par cellule, ont construit le corps du jeune poulet.*

²⁷⁶ *C'est au fruit qu'on juge l'arbre; or, l'arbre de la Science croît avec une extrême lenteur; des siècles s'écoulent avant qu'il soit possible de cueillir de fruit mûr; à peine aujourd'hui nous est-il permis d'exprimer et d'apprécier le suc des doctrines qui fleurirent au XVII^e siècle.*

[...] minha concepção do desenvolvimento científico é fundamentalmente evolutiva. Imaginemos, portanto, uma árvore evolutiva representando o desenvolvimento das especialidades científicas a partir de sua origem comum, digamos, da filosofia natural primitiva. Imaginemos, além disso, uma linha traçada nessa árvore desde a base de seu tronco até a ponta de algum galho, sem voltar sobre si mesma. Quaisquer duas teorias que se encontrem ao longo dessa linha estão relacionadas entre si por descendência. Consideremos agora duas teorias assim, cada qual escolhida de um ponto não muito próximo à sua origem. Acredito que seja fácil conceber um conjunto de critérios – incluindo-se a exatidão máxima das predições, o grau de especialização, o número [...] de soluções de problemas concretos – que permitam a qualquer observador não envolvido com nenhuma das teorias dizer qual é a mais velha e qual é a descendente. Para mim, portanto, o desenvolvimento científico, como a evolução biológica, é unidirecional e irreversível (KUHN, 2000, p. 160; edição brasileira, p. 198)²⁷⁷.

Embora Kuhn não insista na afirmação do progresso científico como ‘gradual’ (tampouco utiliza essa expressão nas passagens acima citadas), o paralelo com Duhem é notável. Ao compararem o progresso científico com a evolução de uma árvore, não deixam de falar da continuidade do progresso científico, expressa na ideia de parentesco ou descendência entre teorias que podem ser investigadas desde a antiguidade até os tempos modernos. E falar do desenvolvimento das especialidades científicas a partir de sua origem comum requer que consideremos um período longo da história da ciência. Nessa história, a revolução newtoniana pode ser vista como um produto de uma série de esforços, numa história – como diz Kuhn (1970a, p. 265) – *continued and continuing*.

3.3.4 A revolução como processo gradual: Newton e a “nova ciência”

Uma questão complexa é a referente à definição do momento em que ocorre uma revolução. Para Kuhn, “não é de admirar que os historiadores tenham encontrado dificuldades para datar com precisão este processo prolongado” (KUHN, 1970b, p. 7. Edição brasileira, p. 26). Diante do quadro que esboçamos acima acerca da revolução

²⁷⁷ Abordagem semelhante acerca da árvore evolutiva é encontrada no posfácio de *A estrutura* (1970a, pp. 205-206).

newtoniana, podemos ver que a física anterior – a aristotélica – começa a declinar com a revolução copernicana e é inteiramente substituída com a aceitação dos *Principia*, de Newton. Falar, então, da “transição” da física aristotélica para a newtoniana, é de certo modo, falar de um processo. Somente se a concebermos como dois edifícios, como duas imagens, como produtos de uma série de estágios, como uma mudança de *gestalt* é que a alternância é instantânea. Kuhn admite isso ao afirmar:

Os historiadores, trabalhando em direção ao passado, regularmente experienciam como mudança conceitual única uma transposição para a qual o processo de desenvolvimento exigiu uma série de estágios. [...] Falar, como repetidamente falei, de uma comunidade sofrendo uma mudança de *gestalt* equivale a comprimir um extenso processo de mudança em um instante, não deixando lugar para os microprocessos por meio dos quais a mudança é realizada (KUHN, 2000, p. 88; edição brasileira, p. 113).

A transição da física aristotélica para a newtoniana aparece não só como instantânea, mas também como um processo. Tome-se, por exemplo, a discussão empreendida por Duhem e Kuhn acerca do momento em que a obra de Newton aparece. A “ciência nova” tinha recusado, eles afirmam, as explicações aristotélicas e escolásticas como explicações que recorriam a “qualidades ocultas”. Ao falar desse estágio do desenvolvimento da ciência, afirma Kuhn:

A atribuição de outras qualidades aos átomos elementares era um recurso ao oculto e portanto fora dos limites da ciência. Molière captou com precisão esse novo espírito ao ridicularizar o médico que explicava a eficácia do ópio como soporífero atribuindo-lhe uma potência dormitiva. Durante a última metade do século XVIII muitos cientistas preferiam dizer que a forma arredondada das partículas de ópio permitia-lhes acalmar os nervos sobre os quais se movimentavam (KUHN, 1970b, p. 104; edição brasileira, p. 138).

Duhem, de forma semelhante, fala do período:

A renascença das ciências no início do século XVII foi uma reação violenta contra tais explicações; as qualidades ocultas terminariam em zombaria; graças à verve imortal de Molière, a explosão do riso que elas provocaram ressoou até nós. Seria uma tarefa curiosa e plena de

ensinamentos filosóficos seguir as peripécias dessa luta entre a velha Escolástica e a nova Física [...] (DUHEM, 1992a, p. 13)²⁷⁸.

A passagem citada é extraída do capítulo II de *L'évolution de la mécanique*, no qual Duhem caracteriza a mecânica cartesiana. No entanto, a menção à personagem de Molière para caracterizar o modo como os físicos do século XVII concebiam as explicações da física aristotélica, é empregada por Duhem em outras passagens de sua obra²⁷⁹, com destaque para *La théorie physique*, onde, comentando a disputa entre aristotélicos, atomistas e cartesianos, afirma: “O *doctus bachelierus* era um peripatético que, à questão “Qual a causa e a razão porque o ópio faz dormir?”, respondia: “Porque há nele uma virtude dormitiva cuja natureza é entorpecer os sentidos” (DUHEM, p. 1989a, 182)²⁸⁰.

Tanto Duhem quanto Kuhn utilizam a personagem criada por Molière para explicar o contexto da história da ciência em que se processa a transição da física aristotélica para a newtoniana. Suas análises permitem a explicitação dos problemas enfrentados pelos cientistas de então e das soluções a que chegaram nesse contexto. A atitude, em ambos os historiadores, é interpretativa no sentido de buscar compreender por que algumas soluções foram aceitas como válidas e por que o deixaram de ser. Compreender o contexto da “nova ciência” importa para a compreensão da revolução empreendida por Newton como um processo gradual.

²⁷⁸ *La renaissance des sciences au début du XVII^e siècle fut une réaction violente contre de semblables explications; les qualités occultes étaient alors accablées de brocards; grâce à la verve immortelle de Molière, l'éclat du rire qu'elles soulevaient a retenti jusqu'à nous. Ce serait une tâche curieuse et pleine d'enseignements philosophiques de suivre les péripéties de cette lutte entre la vieille Scolastique et la Physique nouvelle [...]*

²⁷⁹ Ver, por exemplo, Duhem, 1987f, p. 66; 1987b, p. 209. Kuhn também se utiliza da personagem de Molière em outra obra – *Essential Tension* (KUHN, 1977, pp. 24-25) – para falar do conceito de causa no desenvolvimento da física.

²⁸⁰ *Il était péripatéticien, le doctus bachelierus qui, à la question:*

Demandabo causam et rationem quare

Opium facit dormire?

répondait:

Quia est in eo

Virtus dormitiva

Cujus est natura

Sensus assoupire.

3.4 A física de Aristóteles a Newton: continuísmo ou descontinuísmo?

A investigação da revolução newtoniana nos textos de Duhem e Kuhn possibilitou-nos uma abordagem de aspectos importantes em suas filosofias da ciência e, de modo especial, de suas perspectivas históricas do desenvolvimento científico, sem estar atrelada a uma obra específica de um ou outro. Podemos perpassar vários de seus escritos para justapô-los com o intuito de registrar confluências entre seus pontos de vista. Vimos como Duhem explora o desenvolvimento da física de Aristóteles a Newton para recusar a ideia do nascimento repentino de uma teoria na Idade Moderna; vimos como Kuhn explora a física aristotélica para mostrar como ele se emaranhou no projeto de uma “nova historiografia” que recusa o crescimento cumulativo na ciência e aponta para a importância das mudanças conceituais, revolucionárias. Em ambos, a análise da física de Aristóteles e da física de Newton serve ao objetivo de desmascarar uma história da ciência que, cada um em seu contexto, julgou inapropriada.

E o que podemos inferir dessa análise? Argumentação em prol do continuísmo de Duhem e do descontinuísmo de Kuhn? Sim, mas também o inverso. Só diremos que Duhem não é descontinuísta se entendermos revolução como um episódio milagroso na história da ciência, que resulta no surgimento repentino de uma teoria sem quaisquer pressupostos anteriores; só diremos que Kuhn não é continuísta se entendermos que, entre Aristóteles e Newton, há um abismo impenetrável. Conforme temos observado, as imagens que fornecem das duas físicas, não só não se apresentam como discordantes, como se completam. Uma tentativa de encaixe de suas visões em designações comumente difundidas como ‘continuísta’ e ‘descontinuísta’ lembra a tarefa do colecionador de conchas de Duhem.

Em suas considerações sobre a história da ciência, Duhem e Kuhn mostram que nem sempre é possível encaixar toda a pesquisa em caixas conceituais pré-estabelecidas. Isso certamente deve ser observado na análise de suas visões de ciência. A questão que pode ser colocada aqui é: em que medida uma pesquisa que intenta claramente aproximar visões de ciência tidas comumente como díspares não força a colocação das visões em caixas também pré-estabelecidas? O que, por ora, afirmamos, é que a comparação

aproximativa não era meta, mas tem sido consequência; que algumas caixas que existiam no início de nossa pesquisa continuam vazias e que, por isso, temos tentado construir algumas outras para poder acomodar alguns achados, sobretudo no que toca à mudança da física de Aristóteles para a de Newton.

CAPÍTULO 4

CONTINUÍSMO E DESCONTINUÍSMO?

Duhem e Kuhn se mostraram preocupados em compreender a linguagem científica do passado. A defesa da necessidade de uma atitude interpretativa do pesquisador em relação ao contexto investigado é uma lição a ser levada em conta na análise dos conceitos de continuísmo e descontinuísmo, quando aplicados às suas obras. Se quisermos empregar esses conceitos na análise de suas visões, temos, pois, de deixar de lado os significados usualmente encontrados na historiografia da ciência. Assim, ‘continuidade’ não corresponde à cumulatividade e ‘descontinuidade’ não pode ser relacionada à ocorrência de revoluções repentinas. Despidos dessa caracterização, os termos ‘continuidade’ e ‘descontinuidade’ podem fornecer uma diretriz para a análise do desenvolvimento científico na obra de ambos. É o que faremos a seguir, invertendo o foco de investigação do primeiro capítulo. Se lá, guiados pela visão dominante, buscamos a caracterização do continuísmo em Duhem e descontinuísmo em Kuhn, passamos agora a investigar não mais a partir da oposição, mas da confluência entre os dois, com foco na faceta, antes insuspeitada, de cada um. Começemos por Duhem.

4.1 Duhem: revoluções na história da ciência

Diante da difundida perspectiva continuísta (entendida como negação de revoluções), o aparecimento do termo ‘revolução’ nos escritos de Duhem passa a ser um problema. O interessante é notar que seus intérpretes fornecem hipóteses explicativas para a resolução desse problema, com o objetivo de manter aquela perspectiva, mesmo diante da aceitação de que Duhem aborde o tema da revolução em vários de seus escritos. Como vimos, para alguns, isso é possível porque Duhem teria alterado o sentido do termo – ou

por empregá-lo como mero marco temporal (sem a carga significativa que tem para os descontinuístas) ou por causa da tese demarcatória (revoluções ocorrem somente na metafísica). Além dessas alternativas, restam ainda as afirmações de que ‘a’ revolução científica teria ocorrido na Idade Média (no século XIII, com o decreto do Bispo Tempier, ou no século XIV, com a teoria do ímpeto de Jean Buridan). Nesse caso, como já afirmamos, o continuísmo corresponderia à negação da revolução do século XVII.

Temos argumentado que essas explicações são sempre parciais e não decorrem de uma investigação objetiva que leve em consideração o contexto das afirmações duhemianas, nem de uma análise isenta da visão continuísta já disseminada. Além das interpretações parciais já mencionadas neste trabalho, vale lembrar o curioso suplemento de Bernard Cohen acerca da visão duhemiana em seu livro *Revolutions in Science*, publicado originalmente em 1985. Apesar de admitir o caráter mutável do conceito de ‘revolução’ na história, de reconhecer a importância da obra duhemiana para a história da ciência, Cohen (1994, p. 561) afirma que é surpreendente que Duhem tenha adotado uma postura não revolucionária em relação ao desenvolvimento da ciência. Depois de repetir as consagradas passagens do prefácio e da conclusão de *Les origines de la statique*, tomadas como supostas negações de revoluções, ele afirma:

Apesar de sua forte posição contra revoluções, Duhem usou o nome (se não o conceito plenamente desenvolvido) de uma revolução copernicana (“révolution copernicienne”) para demarcar os períodos do que ele chamou [...] “a evolução das ideias desenvolvidas pelos mestres escolásticos”, uma evolução que “resultou no celebrado princípio de Torricelli”. No texto, essa evolução está dividida em um “primeiro período: de Alberto da Saxônia à revolução copernicana” e um “segundo período: da revolução copernicana a Torricelli” (COHEN, 1994, p. 562, grifos nossos)²⁸¹.

Cohen acentua a importância da noção de evolução em Duhem que se contraporia à de revolução. Sob esse ponto de vista, a evolução é lenta, progressiva e ocorre

²⁸¹ *Despite his strong position against revolutions, Duhem used the name (if not the fully developed concept) of a Copernican revolution (“révolution copernicienne”) to demarcate the periods of what he called [...] “the evolution of ideas put forth by the scholastics masters,” an evolution that “resulted in the celebrated principle of Torricelli.” The text divided this evolution into a “first period: from Albert of Saxony to the Copernican Revolution” and a “second period: from the Copernican Revolution to Torricelli”.*

passo a passo, enquanto que uma revolução é mudança repentina, nascimento súbito, conforme a concepção dos historiadores que se ocuparam da Renascença mencionados neste trabalho. Ou seja, Cohen aplica, à leitura de Duhem, a oposição que dá por estabelecida entre evolução e revolução. A partir daí, aborda o tema ‘evolução’ nas obras de Duhem para lhe atribuir a dita oposição:

A contradição no pensamento de Duhem na abordagem de evolução e revolução é mais visível em seu ensaio sobre Maxwell e a teoria eletromagnética, pois aí ele não viu nenhum processo de evolução, mas saudou claramente o grande feito de Maxwell como uma revolução. Talvez seja um sinal da qualidade extraordinária da física maxwelliana que um homem como Duhem, tão comprometido com evolução e tão contrário à revolução, tivesse, apesar disso, visto esse avanço como uma revolução (COHEN, 1994, p. 563)²⁸².

Se observarmos *Les théories életricques de J. Clerk Maxwell: étude historique et critique* (publicado originalmente em 1902) veremos que, de fato, Duhem não emprega o termo ‘evolução’. Podemos notar, contudo, que ele o emprega em um texto, também publicado em 1902, *Le mixte et la combinaison chimique*, uma obra dedicada a explicitar a evolução da noção de mistura na história da ciência. Aí, logo na primeira parte, lemos: “das origens à revolução química”. E, nesse caso, não é possível afirmar que o termo ‘revolução’ aparece tão somente como um marco temporal, já que é empregado para Duhem se referir aos feitos de Newton e Black²⁸³, entre outros. Em *Le mixte et la combinaison chimique*, podemos observar o desenvolvimento de uma noção da química que passa por vários estágios em sua evolução, cuja história registra revoluções. Não há aqui contradição entre evolução e revolução, conforme se pode notar na passagem que segue:

A revolução antiflogística realizada por Lavoisier é o ponto de partida das descobertas que constituíram a química moderna. Essas descobertas parecem ter por principal efeito e, segundo alguns químicos,

²⁸² *The contradiction in Duhem's thinking about evolution and revolution is most apparent in his essay on Maxwell and the electromagnetic theory. For here he saw no process of evolution but unambiguously hailed Maxwell's great achievement as a revolution. It is perhaps a sign of the extraordinary quality of Maxwellian physics that a man like Duhem, so actively committed to evolution and so opposed to revolution, should nevertheless have seen this advance as a revolution.*

²⁸³ As citações de páginas 16, 17 e 18 deste trabalho são exemplos do emprego do termo ‘revolução’ por Duhem na obra mencionada e em outras.

por verdadeiro objetivo, fazer triunfar a noção atomística de mistura, completando-a e precisando-a (DUHEM, 1985, p. 49)²⁸⁴.

Como podemos observar, por essa passagem (e por outras já mencionadas neste trabalho), aos olhos de Duhem, não é só Maxwell que tem seus feitos vistos como revolucionários. Aqui, entretanto, poderiam ecoar algumas objeções dos críticos duhemianos em defesa de algumas teses. Poder-se-ia argumentar que: 1) ambos os textos de 1902 (*Les Théories életriques de J. Clerk Maxwell: étude historique et critique* e *Le mixte et la combinaison chimique*) são anteriores à descoberta da ciência medieval, a partir de quando Duhem passaria a promover sua visão continuísta; 2) que em ambos os casos, a revolução estaria relacionada à tese demarcatória. Embora já tenhamos indicado argumentos contra essas objeções, passamos a analisá-las mais detalhadamente, no contexto geral da obra duhemiana.

4.1.1 A descoberta da ciência medieval como elemento determinante para o emprego duhemiano do termo ‘revolução’

Segundo Cohen (1994, p. 561), Duhem, em *Les origines de la statique*, utiliza o termo revolução para situar períodos históricos. Como a descoberta da ciência medieval se deu em meio às pesquisas sobre a origem da estática, poder-se-ia supor que Duhem passaria imediatamente, após essa obra, a alterar drasticamente sua visão, fato que poderia ser notado por duas atitudes: a de evitar o termo “revolução” nas obras subsequentes e a de negar mesmo a ocorrência de revoluções. De fato, as duas posturas são aí encontradas. Contudo, com delimitação e contornos bem nítidos, sendo elas completamente compreensíveis e justificáveis. Se, à vista de Duhem, a noção de revolução estava estritamente relacionada à ideia de nascimentos súbitos, mudança drástica e repentina, desvinculada de qualquer apelo à tradição, seu uso seria inapropriado para falar da

²⁸⁴ *La révolution antiphlogistique accomplie par Lavoisier est le point de départ des découvertes qui ont constitué la chimie moderne. Ces découvertes semblent avoir eu pour principal effet et, selon beaucoup de chimistes, pour véritable objet, de faire triompher, en la complétant et la précisant, la notion atomistique du mixte.*

necessária e, a partir de então, corroborada continuidade do desenvolvimento científico. É sob essa acepção, e somente sob ela, que Duhem negará a ocorrência de episódios revolucionários na história da ciência. Se atentarmos para esse momento crucial para Duhem – o da modificação de um ponto de vista em relação ao desenvolvimento da ciência –, podemos ver, sob outro ângulo, sua postura em relação ao emprego do termo ‘revolução’. Assim, podemos afirmar que, se é verdade que esse termo²⁸⁵ praticamente desaparece de algumas de suas obras – *La théorie physique*, *Salvar os fenômenos* e *Études sur Léonard de Vinci*, publicadas logo após a descoberta da ciência medieval – isso não significa uma alteração radical.

É necessário verificar que quando Duhem empregou esse termo, relacionando-o aos eventos tidos comumente como revolucionários na história da ciência, estava abordando supostamente mudanças significativas, o que não deixou de fazer, na sequência, simplesmente porque se absteve do conceito²⁸⁶. Tomemos, como exemplo, as duas obras de 1902, citadas acima. Ao empreender um estudo sobre a evolução da noção de mistura na história da ciência, no capítulo em que discute a noção de corpo simples, Duhem emprega diversas vezes o termo ‘revolução’, referindo-se ao feito de Lavoisier. Em *La théorie physique*, lemos:

O significado que os químicos atribuem para a expressão *corpo simples* sofreu uma transformação análoga.

[...]

A escola de Lavoisier levou os químicos a adotar uma ideia inteiramente diferente de corpo simples. Este não é um corpo que uma certa doutrina filosófica declara indecomponível; é um corpo que não

²⁸⁵ Referimo-nos aqui, evidentemente, ao termo entendido como mudança significativa na história da ciência, ignorando as ocorrências em que o mesmo termo aparece com o sentido empregado na astronomia para designar movimentos dos astros. No primeiro sentido, encontramos uma única ocorrência em *La Théorie Physique* (“A revolução copernicana, ao destruir o sistema geocêntrico, elimina as mesmas bases sobre as quais repousava essa teoria do peso” – já mencionada na p. 125 deste trabalho) e não encontramos nenhuma em *Salvar os fenômenos* e *Études sur Léonard de Vinci*. Sobre aquela encontrada *La théorie Physique*, Cohen (1994, p. 562) afirma que Duhem não está abordando uma revolução, já que não discute quaisquer qualidades da astronomia copernicana.

²⁸⁶ É importante esclarecer que não estamos defendendo a ideia de que Duhem tenha evitado o termo ‘revolução’ propositadamente. Estamos apenas afirmando um fato constatado que é o da ausência desse termo em algumas de suas importantes obras e que, se ele o evitou propositadamente, motivos não lhe faltaram.

podemos decompor, um corpo que tem resistido a todos os meios de análise usados em laboratórios (DUHEM, 1989a, p.189)²⁸⁷.

Em nota, Duhem indica *Le mixte et la combinaison chimique* ao leitor interessado em saber mais sobre as fases pela qual passou a ideia de “corpo simples”. Tanto nessa passagem quanto naquela em que menciona a revolução de Lavoisier, o ponto discutido é a mudança conceitual, apresentada de um modo, aliás, muito semelhante a Kuhn, conforme se pode observar em passagem de *A estrutura*:

Boyle foi o líder de uma revolução científica que, ao modificar a relação do “elemento” com a teoria e a manipulação químicas, transformou essa noção num instrumento bastante diverso do que fora até ali. Nesse processo modificou tanto a Química como o mundo do químico. Outras revoluções, incluindo a que teve seu centro em Lavoisier, foram necessárias para dar a esse conceito sua forma e função modernas (KUHN, 1970, p. 143; edição brasileira, p. 181).

Outras relações semelhantes entre Duhem e Kuhn na identificação de episódios revolucionários podem ser obtidas a partir da análise da passagem aludida por Cohen, na qual Duhem atribui uma revolução a Maxwell. Vejamos a citada passagem:

A eletrodinâmica se apresentava em 1860 como um vasto país, cujos exploradores audaciosos reconheceram todas as fronteiras. A extensão exata da região parecia conhecida. [...]

Entretanto, em 1861, para esta ciência, que parecia tão completamente senhora de seu domínio, uma região nova e imensa foi descoberta e se pôde crer então (muitos ainda pensam assim hoje em dia), que esta extensão súbita não devia somente ampliar a eletrodinâmica, mas devia ainda perturbar as partes dessa doutrina que se considerava constituída de maneira quase definitiva.

Esta revolução era obra de um físico escocês, James Clerk Maxwell (DUHEM, 1902, p. 5)²⁸⁸.

²⁸⁷ *Le sens que les chimistes attribuent au mot corps simple a subi une transformation analogue. [...] L'École de Lavoisier a fait adopter par les chimistes une notion toute différente du corps simple; le corps simple, ce n'est pas le corps qu'une certaine doctrine philosophique déclare indécomposable; c'est le corps que n'avons pu décomposer, le corps qui a résisté à tous les moyens d'analyse employés dans les laboratoires.*

Embora Maxwell não seja denominado explicitamente como um revolucionário por Duhem em *La théorie physique*, é digna de nota a importância de seu trabalho, dadas as muitas referências à sua obra²⁸⁹. Em uma delas, lemos:

À eletrodinâmica dos corpos condutores, criada por Ampère, Maxwell adicionou uma eletrodinâmica nova, a dos corpos dielétricos. Este ramo da física é resultado da consideração de um elemento essencialmente novo a que se nomeou, bastante imprópriamente inclusive, *corrente de deslocamento* [...] Graças à intervenção desse novo elemento, a eletrodinâmica foi perturbada. Os fenômenos que a experiência não tinha nem mesmo divisado, que Hertz descobriria somente vinte anos mais tarde, são anunciados. Vê-se germinar uma nova teoria da propagação das ações elétricas em meios não condutores, e essa teoria conduz a uma interpretação imprevista dos fenômenos óticos, à *teoria eletromagnética da luz* (DUHEM, 1989a, p. 113-114)²⁹⁰.

Se, no texto dedicado ao estudo das ideias de Maxwell, de 1902, Duhem fala de uma revolução, aqui ele atribui ao físico britânico a criação de uma nova teoria que altera consistentemente a análise dos fenômenos físicos²⁹¹. Ora, se seguirmos a concepção

²⁸⁸ *L'Électrodynamique apparaissait donc, en 1860, comme un vaste pays dont de hardis explorateurs ont reconnu toutes les frontières; l'étendue exacte de la contrée semblait connue; [...]*

Cependant, en 1861, à cette science qui semblait si complètement maîtresse de son domaine, une région nouvelle et immense fut ouverte; et l'on put croire alors, beaucoup pensent encore aujourd'hui, que cette extension subite devait non pas seulement accroître l'électrodynamique, mais encore bouleverser les parties de cette doctrine que l'on regardait comme constituées d'une manière à peu près définitive.

Cette révolution était l'oeuvre d'un physicien écossais, James Clerk Maxwell.

²⁸⁹ Não ignoramos as considerações críticas atribuídas pelo físico Duhem às realizações de Maxwell. Essas considerações, no entanto, não invalidam, a nosso ver, a história que ele traça dessas realizações como significativas para o desenvolvimento da ciência, o que, aliás, está mais do que atestado pela atenção dispensada a elas. Sobre a discordância de Duhem em relação à teoria eletromagnética de Maxwell, ver, por exemplo, os comentários de Martin (1991).

²⁹⁰ *A l'Électrodynamique des corps conducteurs, créée par Ampère, Maxwell a joint une Électrodynamique nouvelle, l'Électrodynamique des corps diélectriques; cette branche de la Physique est issue de la considération d'un élément, essentiellement nouveau, qu'on a nommé, bien improprement d'ailleurs, le courant de déplacement [...]; grâce à l'intervention de ce nouvel élément, l'Électrodynamique est bouleversée; des phénomènes, que l'expérience n'avait même pas entrevus, que Hertz découvrira seulement vingt ans plus tard, sont annoncés; on voit germer une théorie nouvelle de la propagation des actions électriques dans le milieu non conducteurs, et cette théorie conduit à une interprétation imprévue des phénomènes optiques, à la théorie électromagnétique de la lumière.*

²⁹¹ Considerações semelhantes podem ser encontradas em Duhem (1987a, p. 125).

kuhniana de mudança revolucionária, cabe indagar: não se trata essa criação de uma revolução? Observemos uma outra referência de Kuhn a Maxwell:

As equações de Maxwell, que afetaram um grupo profissional bem mais reduzido do que as de Einstein, foram consideradas tão revolucionárias como estas e como tal encontraram resistência. Regularmente e de maneira apropriada, a invenção de novas teorias evoca a mesma resposta por parte de alguns especialistas que vêm sua área de competência infringida por essas teorias. Para esses homens, a nova teoria implica uma mudança nas regras que governam a ciência normal (KUHN, 1970b, pp. 6-7; edição brasileira, p. 26).

Ainda que os contextos em que Kuhn e Duhem apresentam essas afirmações sejam distintos (Duhem discorre sobre as teorias abstratas e modelos mecânicos em *La Théorie physique*; Kuhn discute características de uma revolução científica na introdução de *A estrutura*), é interessante verificar como a história duhemiana se ajusta à descrição kuhniana do desenvolvimento científico. É interessante ainda observar que considerações históricas acerca de Maxwell, apresentadas por Kuhn em 1962 servem para explicar a resistência dos físicos do século XIX (entre os quais se inclui Duhem) em relação à teoria eletromagnética maxwelliana. Diz Kuhn:

[...] no século XIX, Clerk Maxwell partilhava com outros proponentes da teoria ondulatória da luz a convicção de que as ondas luminosas deviam propagar-se através de um éter material. Conceber um meio mecânico capaz de sustentar tais ondas foi um problema-padrão para muitos de seus contemporâneos mais competentes. Entretanto, sua própria teoria eletromagnética da luz não dava absolutamente nenhuma explicação sobre um meio capaz de sustentar ondas luminosas [...] No início, a teoria de Maxwell foi amplamente rejeitada por essas razões. [...] Nas primeiras décadas do século XX, a insistência de Maxwell em defender a existência de um éter material foi considerada mais e mais um ato *pro forma*, sem maior convicção – o que certamente não fora – e as tentativas de conceber tal meio etéreo foram abandonadas. Os cientistas já não consideravam acientífico falar de um “deslocamento” elétrico, sem especificar o que estava sendo deslocado (KUHN, 1970b, pp. 107-108, edição brasileira, pp. 141-142).

As considerações kuhnianas referentes a Maxwell não destoam daquelas que Duhem apresenta desse cientista como um revolucionário. Seja antes da descoberta da

ciência medieval, seja depois, o quadro histórico duhemiano da teoria eletromagnética da luz está em consonância com aquele fornecido pela nova historiografia da ciência – o não cumulativista. A diferença é que, quando apresenta algumas de suas considerações, Duhem está preocupado em refutar uma determinada concepção de revolução e Kuhn, quando apresenta as que mencionamos acima, se encontra empenhado em estruturar uma nova imagem de eventos revolucionários.

4.1.2 O conceito de revolução e a metafísica

Os dois exemplos explorados acima para refutar a tese de que Duhem teria modificado substancialmente sua visão após a descoberta medieval poderiam se encaixar perfeitamente entre aqueles escolhidos pelos críticos que defendem a tese de que, para Duhem, revoluções só podem ser discutidas, observando-se a demarcação entre física e metafísica²⁹². Dado o comprometimento de Lavoisier e Maxwell com o atomismo, poder-se-ia argumentar que Duhem fala de revolução em seus trabalhos somente por conta disso. Na distinção entre explicação (tarefa da metafísica) e classificação (tarefa da teoria física), a descontinuidade estaria presente na primeira. Vimos como a metáfora da maré montante foi empregada para explicar essa distinção e como ela serve para a defesa de um ponto de vista valorativo de Duhem em favor do que seria o verdadeiro método da física, como se pode observar na seguinte passagem de “Physique du croyant”, que retomamos abaixo:

[...] esses efêmeros triunfos, seguidos de súbitas ruínas, que compõem o primeiro desses movimentos, são os sucessos e os reveses que sofrem, via de regra, os diversos físicos mecanicistas, a física newtoniana tanto quanto a cartesiana ou a atomista. Ao contrário, o contínuo progresso que constitui o segundo movimento culminou na termodinâmica geral. Para ela acabaram convergindo todas as tendências legítimas e fecundas das teorias anteriores (DUHEM, 1989b, p. 465; edição brasileira, pp. 150-151).

²⁹² Não retomaremos a argumentação dos críticos, uma vez que já discutimos algumas delas no primeiro capítulo.

Essa passagem de texto de 1905, assim como aquelas empregadas em *La théorie physique* referentes à tese demarcatória, reforça a ideia de continuidade sustentada, sobretudo, na noção de classificação natural. Não podemos nos esquecer, entretanto, que considerações sobre a demarcação não são defendidas no contexto único da defesa enfática da continuidade. “Physique et metaphysique”, no qual Duhem apresenta claramente a tese demarcatória, é um texto de 1893, bastante anterior a *Salvar os fenômenos* (1908) e *La théorie physique* (1906). Naquele texto, como vimos, Duhem (1987c, p. 104; edição brasileira, p. 54) fala de uma “das maiores revoluções que subverteram o mundo do pensamento”, quando são quebradas “as linhas da demarcação estabelecidas pelos peripatéticos entre os diversos ramos do saber humano”. Aqui cabe novamente a consideração de que, se nas obras publicadas imediatamente após a descoberta da ciência medieval, Duhem evitou o termo ‘revolução’, é porque esse era empregado usualmente num sentido diverso daquele empregado no texto anterior. E Duhem estava atento às mudanças conceituais, inclusive quando discute a noção de teoria física em *Salvar os fenômenos*:

A ciência da natureza nos oferece, até o século XVII, pouquíssimas partes que tivessem progredido ao ponto de constituírem teorias expressas em linguagem matemática, e cujas previsões, numericamente avaliadas, pudessem ser comparadas às medidas fornecidas por observações precisas. A *Estática*, que então era chamada *Scientia de ponderibus*, a *Catóptrica*, que se enquadrava naquilo que se chama *perspectiva*, e que é nossa moderna *Óptica* mal chegaram a atingir esse grau de desenvolvimento. Se deixarmos de lado esses dois capítulos limitados, não temos diante dos olhos senão uma ciência cuja forma, já bem acabada permitia prever o aspecto de nossas teorias modernas da Física matemática; esta ciência é a Astronomia. Os sábios helênicos ou muçulmanos, os eruditos da Idade Média e da Renascença diziam: a *Astronomia*, onde dizemos: a *teoria física* (DUHEM, 1990, p. 1; edição brasileira, p. 5).

Note-se que o século XVII é tomado aqui como um marco divisor tanto com relação ao desenvolvimento da linguagem científica como com relação às designações de campos de estudos e emergência de novas ciências. Não podemos deixar de indicar a

semelhança entre essa visão e a apresentada por Kuhn, quando discute a tradição matemática e a tradição experimental no desenvolvimento da ciência física:

Entre o grande número de tópicos agora incluídos nas ciências físicas, quais já eram, na Antiguidade, focos para a contínua atividade dos especialistas? A lista é extremamente curta. A astronomia é a sua componente mais antiga e mais desenvolvida. Durante o período helenístico, quando a pesquisa nesse campo avançou até um nível anteriormente sem precedentes, foi lhe acrescentado um par adicional, a óptica geométrica e a estática, incluindo a hidrostática. Estes três temas – astronomia, estática e óptica – são as únicas partes da ciência física que, durante a antiguidade, tornaram-se os objetos de tradições de pesquisa caracterizadas por vocabulários e técnicas inacessíveis aos leigos, e assim, por corpos de literatura dirigidos exclusivamente aos praticantes (KUHN, 1977, pp. 35-36)²⁹³.

Tanto as considerações de Duhem quanto as de Kuhn referem-se à continuidade da tradição de campos de pesquisa que têm, em comum, o desenvolvimento matemático e que sofreram alterações significativas no século XVI e XVII. Em *Salvar os fenômenos*, Duhem apresenta o desenvolvimento da noção de teoria física, buscando caracterizar o que seria a verdadeira meta da teoria física, numa narrativa histórica que apresenta variações de perspectivas:

Em particular, a Escolástica parisiense proclamou e praticou um princípio poderoso e fecundo; ela reconheceu que a física do mundo sublunar não era de natureza diferente da física celeste; que ambas procediam segundo o mesmo método; que as hipóteses de uma, como as da outra, tinha por único objetivo salvar os fenômenos.

[...]

A ideia tão nítida que muitos tiveram na Idade Média e no início da Renascença sobre a natureza das hipóteses físicas vai, pouco a pouco, turvar-se nas épocas seguintes; ela recuará na própria época em que a

²⁹³ *Among the large number of topics now included in the physical sciences, which ones were already in antiquity foci for the continuing activity of specialists? The list is extremely short. Astronomy is its oldest and most developed component; during the Hellenistic period, as research in that field advanced to a previously unprecedented level, it was joined by an additional pair, geometrical optics and statics, including hydrostatics. These three subjects –astronomy, statics and optics – are the only parts of physical science which, during antiquity, became the objects of research traditions characterized by vocabularies and techniques inaccessible to laymen and thus by bodies of literature directed exclusively to practitioners.*

Astronomia e a Física farão novos e rápidos progressos; os maiores artistas não são sempre os que melhor filosofam sobre sua arte (DUHEM, 1990, p. 71; edição brasileira, pp. 55, 57).

Dois aspectos merecem destaque nessa passagem. O primeiro diz respeito à mudança no quadro das explicações científicas. Podemos aqui fazer remissão à passagem em que Duhem afirma que, no fim do século XVI e início do XVII, o espírito humano sofreu uma das maiores revoluções, quando se vê cair a barreira entre o estudo dos fenômenos físicos e as explicações metafísicas. O segundo diz respeito à afirmação de que a astronomia e a física fizeram “novos e rápidos progressos”. Aqui retomamos a afirmação duhemiana sobre o desenvolvimento matemático da teoria física que tem, no século XVII, um marco de mudança²⁹⁴. Lembramos que, segundo Kuhn (1977, p. 74), se a revolução científica for vista como uma revolução de ideias, deve-se, então, buscar compreender as mudanças ocorridas nos campos tradicionais, “quase matemáticos” da ciência.

Se Duhem, em *Salvar os fenômenos*, enfatiza a continuidade da ciência quando analisa o desenvolvimento da noção de teoria física, ele não deixa de registrar as mudanças ocorridas no período que estuda. Suas considerações nesse texto lembram aquelas apresentadas em “Physique du croyant”, onde distingue dois tipos de movimentos pelos quais a física progride: o do desenvolvimento matemático e o da sucessão de teorias.

É na parte representativa de uma teoria – defende Duhem – que se pode vislumbrar a continuidade do desenvolvimento científico, cuja análise detalhada permite verificar a semelhança entre a cosmologia aristotélica e a física que lhe era contemporânea, assegurando assim a necessidade da tradição e rechaçando a tese associada ao conceito de revolução que recusa: a dos nascimentos repentinos de teorias científicas. Aquele que vê somente a parte explicativa das teorias científicas, não pode perceber a importância da tradição e, por consequência, não perceberá o elo entre a física aristotélica e a física moderna, a qual, por um

²⁹⁴ Em *La théorie physique*, Duhem (1989a, p. 158) afirma: “Criada no século XVII, a física matemática provou ser o método físico perfeito pelos progressos prodigiosos e incessantes que fez no estudo da natureza” (*Créée au XVII^e, la Physique mathématique a prouvé qu’elle était la saine méthode physique par les progrès prodigieux et incessants qu’elle a faits dans l’étude de la nature*).

artifício [a representação simbólica], [...] toma uma amplitude e uma precisão que ela não teria podido atingir sem se revestir dessa forma esquemática que nomeamos *física teórica* ou física matemática.

[...]

É claro que, entre essa representação simbólica dos dados da experiência e um estudo metafísico das coisas que nossos sentidos percebem, não há mais lugar para estabelecer nenhuma aproximação. As teorias da física moderna são radicalmente heterogêneas à física peripatética. Essas duas físicas estão ligadas uma a outra somente por uma análise lógica, que é seu ponto de partida comum (DUHEM, 1985, p. 185)²⁹⁵.

Em favor dessa visão, podemos evocar Kuhn, que afirma:

Durante o século XIX, entretanto, uma mudança, que tinha começado anteriormente na mecânica, expandiu-se gradualmente através de toda a física. Na medida em que esse campo se tornou crescentemente matemático, a explicação acabou por depender crescentemente da apresentação de formas apropriadas e da derivação de suas consequências. Na estrutura, embora não na substância, a explicação era novamente a da física aristotélica (KUHN, 1977, pp. 25-26)²⁹⁶.

Como Duhem, Kuhn assegura que o desenvolvimento científico não pode ser avaliado somente no âmbito das explicações, sem alusão à teoria física (entendida como física matemática):

A teoria física de cada um desses períodos [Antiguidade, Idade Média e século XVIII] era muito mais poderosa e precisa do que a de seus predecessores. Os cânones explicativos, estando integralmente associados à própria teoria física, devem necessariamente ter participado no avanço: o desenvolvimento da ciência permite a explicação de fenômenos sempre mais refinados. No entanto, apenas os fenômenos, e não as explicações, é

²⁹⁵ [...] *artifice*, [...] *prend une ampleur et une précision qu'elle n'aurait pu atteindre sans revêtir cette forme schématique que l'on nomme Physique Théorique ou Physique mathématique.*

[...]

Il est clair qu'entre cette représentation symbolique des données de l'expérience et une étude métaphysique des choses que nos sens perçoivent, il n'y a plus lieu d'établir aucun rapprochement; les théories de la Physique moderne sont radicalement hétérogènes à la Physique péripatéticienne. Ces deux Physique ne son liées l'une à l'autre que par l'analyse logique, qui est leur point de départ commun.

²⁹⁶ *During the nineteenth century, however, a change, which had begun earlier in mechanics, spread gradually through the whole of physics. As that field became increasingly mathematical, explanation came increasingly to depend upon the exhibition of suitable forms and the derivation of their consequences. In structure, though not in substance, explanation was again that of Aristotelian physics.*

que são mais refinados em qualquer sentido óbvio. [...] Considerados em si mesmos, como dispositivos explicativos, sem referência ao que as teorias que os invocam pode explicar, os pontos de partida admissíveis para explicação física não parecem ser mais intrinsecamente avançados em uma época do que em outra anterior. Há mesmo um sentido em que revoluções nos modos explicativos podem ser regressivas (KUHN, 1977, p. 30)²⁹⁷.

Essa análise do desenvolvimento da teoria física nos ajuda a compreender a preocupação de Duhem em acentuar o caráter da continuidade da ciência, em um contexto em que historiadores exaltavam o surgimento de teorias potentes, sem nenhum antepassado, a exemplo do observador do mar que só é capaz de perceber marés montantes sem nenhuma atenção ao contínuo movimento das águas marinhas que as propiciam. Se levarmos em consideração o momento em que Duhem explora essas metáforas, é compreensível que ele recuse o conceito de revolução. Pela análise de sua defesa, não é razoável, contudo, atribuir-lhe uma demarcação rígida em seus trabalhos históricos, em que se possa falar de teorias metafísicas apartadas das teorias físicas. Os dois movimentos da ciência – o do desenvolvimento matemático da teoria e o das “alternativas perpétuas” – sobrepõem-se, como o movimento das águas, sem cessar (DUHEM, p. 1989b, p. 464).

Os comentários duhemianos acerca das revoluções de Lavoisier e de Maxwell são feitos de modo a evidenciar a função da metafísica em suas obras. E, independente do fato de Duhem, enquanto cientista, se opor claramente ao atomismo, a avaliação histórica que apresenta das obras daqueles é bastante valorativa no que diz respeito à sua importância. Da mesma forma que não podemos aceitar a tese de que revoluções só ocorrem no campo da metafísica, também não podemos concordar com Ariew e Barker (1990, p. 334), que afirmam que Duhem, em sua história, exclui a metafísica da ciência.

²⁹⁷ *The physical theory of each of these periods was vastly more powerful and precise than that of its predecessors. Explanatory canons, being integrally associated with physical theory itself, must necessarily have participated in the advance: the development of science permits the explanation of ever more refined phenomena. It is, however, only the phenomena, not the explanation, that are more refined in any obvious sense. [...] Considered by themselves as explanatory devices, without reference to what the theories that invoke them can explain, the permissible starting points for physical explanation do not seem intrinsically more advanced in a later than in an earlier age. There is even one sense in which revolutions in explanatory modes may be regressive.*

Poderíamos até distinguir perspectivas no ponto de vista metodológico e do ponto de vista histórico, apontando posições específicas de Duhem. Isso, entretanto, não nos levaria a aceitar uma ou outra tese acerca de sua concepção de eventos revolucionários de modo exclusivo, porque essas perspectivas, tais como defendidas comumente, estão fundadas em uma visão parcial de sua obra.

O fato de a metafísica aparecer como elemento importante para Duhem se referir a revoluções na ciência pode, na verdade, servir como mais um elemento a favor do seu reconhecimento de revoluções na história da ciência. Em favor disso, cabe mencionar uma conferência de Kuhn, intitulada “The Role of Metaphysics in the Scientific Revolution”²⁹⁸, onde encontramos considerações que corroboram a visão histórica duhemiana. Refletindo sobre o atomismo grego e seu *revival*, Kuhn menciona como a perspectiva atomística influenciou, em parte, a obra de Galileu, de Bacon e sobretudo a de Descartes; explora exemplos da mecânica, citando outros campos que sofreram sua influência, como a ótica e a química²⁹⁹. Em suma, Kuhn, atribui um papel extremamente significativo à metafísica na revolução do século XVII, em um trabalho dedicado exclusivamente a isso e no qual encontramos elementos para melhor compreender Duhem.

4.1.3 Revolução e o início da ciência moderna

Dentre as tentativas diversas de se lidar com o achado do termo ‘revolução’ nos escritos de Duhem, a fim de manter esse historiador atrelado ao rótulo ‘continuista’, resta retomarmos aquela segundo a qual ele teria afirmado a ocorrência de eventos revolucionários na Idade Média. Essa tese está subjugada à identificação da revolução do

²⁹⁸ Fazemos uso, neste capítulo, de documentos do arquivo de Thomas S. Kuhn, do Institute Archives and Special Collections, MIT Libraries, Cambridge, Massachusetts. Na indicação das referências, constarão: o número da caixa (“box”), o número da pasta (“folder”), quando existente; o tipo ou nome do documento e, quando possível, o(s) número(s) da(s) página(s). Assim, a referência para o documento mencionado acima é: Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 12. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts.

²⁹⁹ Kuhn, na entrevista de 1995, reitera seu ponto de vista acerca da importância do atomismo para o desenvolvimento da ciência, mencionando o efeito transformador que ele teve no século XVII (KUHN, 2000, pp. 289-291. Edição brasileira, pp. 349-351).

século XVII como início da ciência moderna. A negação da revolução corresponderia à afirmação da continuidade entre a física medieval e a moderna.

Como vimos, existem considerações famosas de Duhem nas quais ele teria supostamente afirmado a ocorrência de revoluções na Idade Média, ambas já mencionadas neste trabalho. Uma é aquela criticada por Koyré, presente em uma das notas apresentadas ao fim do segundo volume de *Études sur Leonard de Vinci*, onde Duhem afirma (1984a, p. 412) que, se tivesse que assinalar uma data para o nascimento da ciência moderna, esta data seria a de 1277 – a do decreto do bispo de Paris, Étienne Tempier, que condenava 219 teses aristotélicas. Segundo Duhem:

A ortodoxia cristã exigia [...] que se renunciasse a diversos princípios da física peripatética e, mais especialmente, à impossibilidade do vazio, à imobilidade do mundo e à necessidade deste mundo ser único. Asseguradas pelas condenações que tinham sustentado os doutores da Sorbonne, essas exigências foram aceitas não somente em Paris, mas em Oxford. Elas imprimiram à ciência escolástica, tanto na França quanto na Inglaterra, uma orientação nova que a obrigou a se afastar em muitos pontos, e não nos menos essenciais, da tradição aristotélica (DUHEM, 1984a, v.II, p. 412)³⁰⁰.

A valorização duhemiana das condenações que teriam dado um novo rumo ao desenvolvimento da ciência na Universidade de Paris ganha um tratamento elaborado em *Le Système du monde*. Lembramos que, como Koyré, Mariconda (1993, p. 126) afirma que, para Duhem, a ciência moderna nasceu na Idade Média. Em seu ponto de vista, a história duhemiana, guiada pela tese da continuidade, se articula a partir de “duas partes”:

- 1) que as condenações de 1277 marcaram a origem da ciência moderna, a ruptura decisiva com Aristóteles e o começo de cosmologias novas e imaginativas para substituir a cosmologia aristotélica;
- 2) que os desenvolvimentos do século XIV, que se seguiram à condenação, permitiram o nascimento de novos conceitos fundamentais

³⁰⁰ *L'orthodoxie chrétienne exigeait [...] que l'on renonçât à divers principes de la Physique péripatéticienne et, tout spécialement, à impossibilité du vide, à l'immobilité du Monde, à la nécessité, pour ce Monde, d'être unique. Affirmées par les condamnations qu'avaient portées les docteurs de Sorbonne, ces exigences furent acceptées non seulement à Paris, mais à Oxford; elles imprimèrent à la Science scolastique, aussi bien en France qu'en Angleterre, une orientation nouvelle qui l'obligea à s'écarter en bien des points, et non des moins essentiels, de la tradition Aristotélicienne.*

para o desenvolvimento da mecânica; conceitos tais como os conceitos de ímpeto, de movimento uniformemente disforme e de aceleração, cujos proponentes, os *Doctores Parisiensis*, foram os precursores de Galileu (MARINCONDA, 1993, p. 126).

Essas colocações de Mariconda são oportunas porque apresentam uma síntese elucidativa sobre o posicionamento duhemiano em relação à importância da Idade Média para o nascimento da ciência moderna; uma importância atestada em muitas páginas de *Le système du monde*. Contudo, o entendimento de que Duhem tenha realmente defendido que ‘a’ revolução científica ocorreu na Idade Média e de que tenha ainda apresentado uma visão depreciativa do século XVII não resiste por muito tempo se, mais uma vez, considerarmos o contexto em que ele se dedicou a atestar as contribuições da física medieval.

No começo do sétimo volume de *Le système du monde*, em que se dedica à história da física parisiense no século XIV, Duhem (1956, p. 3) afirma que, desde o início desse século, a física aristotélica tinha sido condenada à destruição, que não pode ser vista como “um desmoronamento súbito” (*um subit écroulement*). Podemos notar aí que Duhem se mostra preocupado em recusar a visão estabelecida de que a ciência moderna tenha nascido com a revolução do século XVII, entendida como momento de criação dos grandes gênios, sem vínculo algum com o passado. É o que percebemos na passagem que segue:

[...] a construção da física moderna não se deu sobre um terreno em que nada mais resistia. De uma a outra, a passagem se deu por uma longa sequência de transformações parciais, onde cada uma pretendia somente retocar ou ampliar algumas partes do edifício, sem nada mudar no conjunto. Mas quando todas essas modificações de detalhes tinham sido feitas, o espírito humano, abarcando com o olhar o resultado desse longo trabalho, reconheceu com surpresa que não restava nada do antigo palácio e que um palácio novo se erguia em seu lugar (DUHEM, 1956, p. 3)³⁰¹.

Esse trecho revela claramente que, segundo Duhem, a percepção de que a passagem para uma nova física não ocorreu no século XIV. Aqui se iniciaram modificações

³⁰¹ ...la construction de la physique moderne ne se fit pas sur un terrain où rien n'était plus debout. De l'une à l'autre, le passage se fit par une longue suite de transformations partielles, dont chacune prétendait seulement retoucher ou agrandir quelque pièce de l'édifice sans rien changer à l'ensemble. Mais lorsque toutes ces modifications de détail eurent été faites, l'esprit humain, embrassant d'un regard le résultat de ce long travail, reconnut avec surprise qu'il ne restait rien de l'ancien palais et qu'un palais neuf se dressait à sa place.

que, lentamente, conduziram a física aristotélica à destruição. Essa percepção, ao final, gerou a falsa impressão de que as transformações que deram origem ao nascimento da física moderna ocorreram num ímpeto:

Aqueles que, no século XVI, tomaram consciência dessa substituição de uma ciência por outra foram tomados por uma estranha ilusão. Eles imaginaram que essa substituição tinha sido repentina e que era fruto de seu trabalho; proclamaram que a física peripatética, antro tenebroso do erro, fora derrubada por seus golpes e que, sobre a ruína dessa física, tinham construído, como por encantamento, a moradia iluminada da verdade. Da ilusão sincera ou do erro orgulhosamente voluntário desses homens, os homens dos séculos seguintes foram vítimas ou cúmplices. Os físicos do século XVI foram celebrados como criadores, aos quais o mundo devia a renascença das ciências, mas foram apenas, muito frequentemente, continuadores e, algumas vezes, plagiários (DUHEM, 1956, pp. 3-4)³⁰².

Logo após essas considerações, Duhem afirma que o decreto do Bispo Tempier foi o “ato de nascimento” (*l’acte de naissance*) da física moderna. E contra a visão combatida, ele intensifica a importância da física medieval, sem deixar claro que a destruição da física aristotélica se efetiva após o século XVI. Quando fala em ‘ato de nascimento’, Duhem está identificando o início de uma série de estágios pelos quais a mudança se procedeu. Lembramos de outras passagens de sua obra, já mencionadas anteriormente, em que ele emprega o termo ‘germe’ para se referir ao estado inicial de uma ciência. No caso da dinâmica moderna, o ‘germe’ ou o ‘ato de nascimento’ é perceptível, a seu ver, no século XIII, a partir de quando a dinâmica passa a se desenvolver até atingir sua maturidade, momento em que substitui completamente a dinâmica aristotélica.

³⁰² *Ceux qui, au XVI^e siècle, prirent conscience de cette substitution d’une science à une autre furent saisis d’une étrange illusion; ils s’imaginèrent que cette substitution avait été soudaine et qu’elle était leur oeuvre; ils proclamèrent que la Physique péripatéticienne, ténébreux repaire de l’erreur, venait de crouler sous leurs coups et que, sur les ruines de cette Physique, ils avaient bâti, comme par enchantement, la claire demeure de la vérité. De l’illusion sincère ou de l’erreur orgueilleusement volontaire de ces hommes, les hommes des siècles suivants furent dupes ou complices. Les physiciens du XVI^e siècle furent célébrés comme des créateurs auxquels le monde devait la renaissance des sciences; ils n’étaient, bien souvent, que des continueurs et, quelquefois, des plagiaires.*

Para alguns de seus críticos, o fato de Duhem identificar o surgimento de uma nova ciência na Idade Média, insistindo em falar de ‘precursores’, ‘continuadores’, atesta sua recusa em conferir significância aos séculos XVI e XVII para a ciência. Para nós, no entanto, sua visão resulta simplesmente de suas pesquisas históricas e conseqüente tentativa de reverter um quadro histórico distorcido da ciência, construído após a Renascença. Contra esse quadro histórico, Duhem inicia um movimento que alterou a visão que se tinha sobre a contribuição dos cientistas medievais, e, depois dele, essa visão passou a ser a dominante. Os críticos que reconhecem o imenso trabalho duhemiano para essa alteração não reconhecem concomitantemente as circunstâncias em que ela se inicia. Contra esses críticos, podemos recorrer novamente a Kuhn que, em seus cursos de história da ciência, chamava a atenção para a existência de uma “história ruim” (*bad history*)³⁰³, mencionando a existência de um mito que ele tentava “destruir ou, ao menos, enfraquecer”³⁰⁴. Esse mito, exposto em duas partes por Kuhn, compreende a imagem de Aristóteles como um excelente sábio em muitas áreas, mas péssimo na física e na astronomia, áreas nas quais o estagirita teria deduzido tudo de alguns poucos primeiros princípios, sem se preocupar com o fato de que o produto final de suas deduções não estaria em acordo com a natureza³⁰⁵. A segunda parte é decorrente da primeira e leva a crer que

[as] concepções copernicanas e newtonianas do universo surgem logo que os homens param de tomar a palavra de Aristóteles como evangelho. Copérnico delibera que a terra está em movimento, rejeitando a autoridade dogmática dos antigos e simplesmente buscando uma explanação simples do movimento planetário.

Galileu obtém as leis do movimento deixando cair corpos da torre inclinada de Pisa. Aristóteles nunca tinha observado ou mensurado. E

³⁰³ Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Course notes: Rise of Scientific Cosmology – Lecture 2 – 9/19/56.*

³⁰⁴ *...to destroy or at least weaken...* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts - *Lecture 2*, p. 5).

³⁰⁵ Vale lembrar que Kuhn (2000, p. 288, Edição brasileira p. 348) se refere ao curso panorâmico – de Aristóteles a Newton – como um de seus favoritos.

assim por diante. [...] [Acreditava-se que] as pessoas estavam querendo examinar a natureza ao invés dos textos aristotélicos³⁰⁶.

Kuhn atesta a necessidade de se reconhecer a existência de uma “história ruim” décadas depois de Duhem criticar uma “história insensata” do desenvolvimento da ciência. Ambos se mostram preocupados em reconhecer o papel da tradição científica para o desenvolvimento das ideias de que se ocupam. Nas aulas preparadas por Kuhn em história da ciência, encontramos diversas passagens que nos remetem à história escrita por Duhem. Tomemos como exemplo uma delas – Lecture 20, datada de 12/11/1955³⁰⁷, dedicada ao estudo do neoplatonismo. De modo bastante esquemático, essa aula contém referências à importância do pensamento dos primeiros padres da igreja para a rejeição da antiga ciência; aos manuscritos de Leonardo da Vinci como fonte de referências ao sol como mais potente corpo no universo; ao decreto de 1277 que proibiu teses que supostamente diminuam o poder de Deus; à hipótese de Nicolau de Cusa acerca da pluralidade dos mundos, entre outras considerações que atestam a importância de uma tradição ininterrupta para o desenvolvimento da ciência moderna, na qual a escolástica desempenha um significativo papel, como podemos notar na passagem que segue:

[...] embora os humanistas que traduzem Platão, Proclus e Porfírio, etc., durante o século XV, estejam raramente preocupados com problemas científicos, suas ideias [...] tornaram-se capazes de fertilizar *uma linha de pensamento científico cujas raízes estão fundamentalmente na Idade Média e na tradição escolástica.*

Copérnico mesmo me parece um exemplo e Galileu, outro. *Suas ideias científicas, suas cosmologias e suas ferramentas analíticas são*

³⁰⁶ *Copernican and Newtonian conceptions of universe arise as soon as men stop taking A's word as gospel. Cop decides earth is in motion by rejecting dogmatic authority of ancients and just looking for simple explanation of planetary motion.*

Galileo get's laws of motion by dropping bodies from leaning tower of Pisa. Aristotle had never looked or measured. And so on. When people were willing to examine nature instead of Aristotelian texts. A passagem é encontrada em Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts - *Lecture 2*, p. 5. As abreviações ‘A’ (Aristóteles) e ‘Cop’ (Copérnico), entre outras, para nomes próprios, são comuns nos esquemas preparados por Kuhn para cursos de História da ciência.

³⁰⁷ Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts . *Course notes: Rise of Scientific Cosmology – Lecture 20.*

*dependentes principalmente das tradições escolástica e aristotélica, que elas aprenderam nas universidades*³⁰⁸.

É interessante observar que Kuhn, ao afirmar a importância das contribuições medievais para a ciência moderna, tinha em mente a controvérsia envolvendo Duhem e seus críticos acerca do assunto. É assim que, após apresentar a teoria do ímpeto, afirma: “Tendo dito tudo isso sobre os muitos passos que o ímpeto permite em direção a Newton, espero que eu não necessite acrescentar que a teoria do ímpeto não é a dinâmica newtoniana e que o ímpeto não é *momentum*”³⁰⁹. Após essa consideração, encontramos um item, no qual lemos: “A História desse debate. Duhem *versus* seus críticos³¹⁰”. Embora Kuhn não desenvolva aí suas impressões sobre o mencionado debate, é clara sua adesão à tese da importância dos medievais para o surgimento da ciência moderna, o que pode ser verificado explicitamente na sua afirmação de que a tradição do pensamento físico medieval teve um papel essencial na transformação da ciência do século XVII (KUHN, 1977, p. 108). Enquanto Duhem, ao se referir a essa importância, fala de ‘germe’, de ‘ato de nascimento’, Kuhn fala de ‘raízes’, refutando também uma história que ignora aspectos fundamentais para a compreensão do empreendimento científico. Nesse sentido, as considerações kuhnianas apresentadas acima servem para corroborar nossa hipótese de que Duhem teve motivo para ressaltar, reiteradamente, o peso da tradição. Ora, se Kuhn, nos anos 50 e 60, em pleno desenvolvimento da nova historiografia da ciência, ainda via a necessidade de derrubar o mito de uma história da ciência ‘ruim’, imagine Duhem, no auge

³⁰⁸ *...though the humanists who translate Plato, Proclus, Porphyry, etc. during the fifteenth century are very seldom themselves concerned with scientific problems, their ideas [...] prove capable of fertilizing a line of scientific thought whose roots are fundamentally in the middle ages and in the scholastic tradition.*

(...)Copernicus, himself, seems to me an example and Galileo will provide another. Their scientific ideas and their cosmologies and their analytic tools are principally dependent upon the Aristotelian and scholastic traditions which they've learned in the universities (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Course notes: “Rise of Scientific Cosmology” – Lecture 20, os grifos da citação são nossos).

³⁰⁹ *Having said all this about how many steps Impetus permits towards Newton, hope I need not add that impetus theory is not Newtonian dynamics and impetus is not momentum.* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Course notes: *Rise of Scientific Cosmology*). Passagem semelhante a essa já foi citada neste trabalho (p. 140). Nela, lemos que “dinâmica do ímpeto não é a dinâmica newtoniana, mas ao apontar para novos problemas, novas variáveis e novas abstrações, ajudou a pavimentar o caminho para o trabalho de Newton” (KUHN, 1970a, p. 121).

³¹⁰ *History of this debate. Duhem vs. his critics.*

da historiografia ‘insensata’. No contexto em que historiadores exaltavam a Renascença em detrimento da Idade Média, ele tinha razão para refutar a ocorrência de revolução na ciência, entendida de uma maneira diversa daquela explicitada por Kuhn.

Se passarmos em revista as várias acepções da palavra ‘revolução’ na obra duhemiana, podemos perceber que todas confluem para uma visão, na qual a continuidade da ciência é afirmada em meio ao reconhecimento de mudanças substanciais no curso do saber humano. Duhem admitiu, sim, revoluções na história da ciência. O que ocorre é que, em seu ponto de vista, essas revoluções tomaram tempo e decorreram em função de uma tradição, sem a qual não existiria nem mudança nem continuidade. Se analisarmos a noção de revolução frequentemente divulgada pelos historiadores da Renascença, é possível ver, sob outro ângulo, os exageros e absurdos atribuídos a Duhem em sua defesa da continuidade.

4.2 Kuhn e a continuidade da ciência

É comum entre os estudiosos da obra de Kuhn a afirmação de uma mudança significativa em sua concepção de desenvolvimento científico quando se compara *A estrutura* com outras obras. Alguns alegam haver uma diferença substancial entre *A revolução copernicana* e *A estrutura*. Um exemplo dessa análise é a realizada por Westman (1994, p. 97), para quem, como vimos, Kuhn teria, entre 1957 e 1962, se desprendido do “continuismo conceitual de longa duração de Duhem em favor de uma ruptura epistemológica e social”.

Encontramos ainda a interpretação de outros estudiosos de que Kuhn teria modificado sua visão, apresentada em *A estrutura*, ao deslocar a ênfase atribuída aos eventos revolucionários para lançá-la sobre o desenvolvimento cumulativo na ciência em textos posteriores. Exemplo dessa interpretação é a de Watkins (1995, p. 35-36), também já mencionada anteriormente.

Podemos observar, no percurso histórico de suas obras, a tentativa de Kuhn de desfazer mal entendidos e afirmar a não ocorrência de modificação substancial em suas

concepções de mudança científica. A nosso ver, a alegada alteração de seus pontos de vista não resiste a um exame mais atento do que o dispensado frequentemente por seus intérpretes, que apresentam citações kuhnianas selecionadas para corroborar uma tese, ignorando outras que podiam perfeitamente descaracterizar a visão que apresentam. Já argumentamos anteriormente contra Westman e Watkins, nesse sentido.

Evidentemente, não se pode negar que Kuhn reformulou suas concepções sobre a ciência. Muitos de seus escritos citados neste trabalho apresentam confissões claras disso. O próprio título da parte 1 de *O caminho desde A estrutura*, “Reconcebendo as revoluções científicas”, é um indicativo do desenvolvimento de suas ideias. Contudo, pode-se perceber, em seus últimos textos publicados, que ele reafirmou a manutenção dos aspectos essenciais da visão apresentada em *A estrutura*. Em resposta a uma carta de Hempel, que, após ler o esboço do artigo “O caminho desde *A estrutura*”, afirma perceber uma mudança de visão frente a *A estrutura* e outros artigos anteriores, Kuhn comenta:

Fiquei intrigado com a sua consideração de que a posição que estou desenvolvendo parece muito diferente daquela presente em *A estrutura* e em alguns de meus artigos. Diria que fiz grande progresso e muitos ajustes significantes em seguida, mas que minha direção geral foi precisamente a mesma³¹¹.

Em prol da manutenção dos aspectos essenciais de sua concepção original, Kuhn pareceu estar, em seus textos tardios, atento para eventuais novas objeções de seus intérpretes. É assim que, por exemplo, ao fim do texto “O problema com a filosofia histórica da ciência” (capítulo 5 de *O caminho desde A estrutura*), ele afirma:

Aqueles de vocês que ouviram falar de mim provavelmente me conhecem sobretudo como o autor da *Estrutura*. Esse é um livro no qual as noções centrais são “mudança revolucionária”, por um lado, e algo chamado “incomensurabilidade”, por outro. Explicar essas noções, especialmente a incomensurabilidade, está no cerne do projeto do qual foram extraídas as

³¹¹ *I have been puzzling over your remark that the position I'm developing seems so very different from that in Structure and some of my papers. I would have said that I'd made great progress and many significant consequent adjustments, but that my general direction was precisely the same.* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 21, folder 42. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Correspondence: Carl Hempel*. Fevereiro de 1991).

idéias que apresentei aqui. Mas tais noções não foram aqui mencionadas, e alguns de vocês devem se perguntar como elas ainda podem se ajustar nesse meio (KUHN, 2000, p. 119; edição brasileira, p. 149).

A atenção de Kuhn a eventuais questões dos ouvintes em sua conferência³¹² é bastante proveitosa. Um questionamento passível de ser levantado, após suas considerações apresentadas em “O problema com a filosofia histórica da ciência”, diz respeito à seguinte afirmação:

Da perspectiva histórica, as mudanças a serem avaliadas são sempre pequenas. Retrospectivamente, algumas delas parecem gigantescas, e estas em geral afetam um corpo de crenças considerável. Mas *todas foram preparadas de forma gradual, passo a passo, deixando apenas uma pedra fundamental, a ser colocada em seu devido lugar pelo inovador cujo nome trazem*. E também esse passo é pequeno, claramente preanunciado pelos passos dados antes: apenas em retrospectiva, depois de ter sido dado, é ele que ganha o estatuto de pedra fundamental (KUHN, 2000, p. 113; edição brasileira, pp. 142-143, grifos nossos).

Aqui convém perguntar: como conjugar a afirmação kuhniana de que *todas* as mudanças na ciência “foram preparadas de forma gradual, passo a passo” com outras afirmações caracterizadoras de mudanças revolucionárias? Seria o caso de se apontar uma alteração de perspectiva? A título de problematização, comparemos esta passagem com outra extraída de “O que são revoluções científicas?”, onde lemos:

As mudanças revolucionárias são, de certa forma, holísticas. Isto é, *elas não podem ser feitas gradualmente, um passo de cada vez*, e assim, contrastam com as mudanças normais ou cumulativas como, por exemplo, a descoberta da lei de Boyle. Na mudança normal, simplesmente revisa-se ou acrescenta-se uma única generalização, e todas as outras permanecem as mesmas. Na mudança revolucionária, é preciso ou viver com a incoerência ou revisar em conjunto várias generalizações inter-relacionadas. Se essas mesmas mudanças fossem introduzidas uma de cada vez, não haveria um refúgio intermediário (KUHN, 2000, p. 29; edição brasileira, p. 41, grifos nossos).

³¹² Primeira conferência da *Robert and Maurine Rothschild Distinguished Lecture Series*, proferida na Universidade de Harvard em 19 de novembro de 1991 e publicada no ano seguinte (Cf. KUHN, 2000, p. 105).

Com recortes mais precisos, as duas passagens citadas acima poderiam ser vistas como contraditórias. Mas, somente se extraíssemos as duas primeiras frases da penúltima citação acima, por exemplo, e ignorássemos os contextos em que ambas aparecem, é que a contradição poderia ser mantida. Nesse caso, a análise das duas passagens poderia ser um prato cheio para alguém que, como alguns críticos já mencionados neste trabalho, queira defender uma mudança substancial na visão de Kuhn no que toca ao desenvolvimento da ciência, ao longo de sua obra.

Em nosso ponto de vista, analisadas em seus contextos e em consideração a outras obras de Kuhn, as duas passagens conjugadas não apresentam incoerência. Trata-se de partes do exame de um mesmo processo, com foco em diferentes aspectos que acentuam a complexidade da análise do desenvolvimento científico. Assim, é preciso distinguir a análise da percepção de um evento revolucionário (caso da segunda citação) da análise da narrativa desse mesmo evento (caso da primeira citação).

Para quem percebe ou ‘descobre’ uma revolução, a mudança é holística. No exemplo kuhniano, não se pode compreender os termos ‘massa’ e ‘força’ independentemente e então descobrir empiricamente que “força é igual a massa vezes aceleração” (KUHN, 2000, p. 44; edição brasileira, p. 60). A compreensão da nova mecânica newtoniana não pode ser feita passo a passo. O mesmo ocorre na análise da física aristotélica: não se pode descobrir isoladamente que “o vácuo é possível ou que um movimento é um estado, e não uma mudança de estado” (KUHN, 2000, p. 29; edição brasileira, p. 41). É necessário, como diz Kuhn na passagem acima, “ou viver com a incoerência ou revisar em conjunto várias generalizações inter-relacionadas”. A sua constante referência à experiência com Aristóteles e a comparação da mudança revolucionária à *gestalt* são elucidativas em seu argumento em prol do caráter holístico da mudança não cumulativa.

A compreensão do historiador, do físico, ou de quem quer que seja, de uma revolução científica ocorre repentinamente, como uma iluminação. Agora, para o historiador que narra um episódio revolucionário, não há como retratar essa iluminação ao longo da narrativa. Aliás, ao dizermos ‘ao longo’, estamos pressupondo um processo que é gradual, como o próprio Kuhn reconhece. É somente a partir da compreensão do que era,

por exemplo, a mecânica para Aristóteles e do que é a mecânica para Newton, que o reconhecimento da revolução é possível. Não é sem razão que, segundo Kuhn, a narrativa de uma revolução requer a “preparação do cenário”. Vimos como em *A revolução copernicana* essa preparação contém a descrição da astronomia aristotélica que, gradativamente, dará lugar à astronomia copernicana. Apesar da “pedra fundamental” ter sido colocada pelo inovador Copérnico, cujo nome traz a revolução astronômica, é possível verificar a existência de outros passos anteriores, que a prepararam, de estágios intermediários entre o início e o fim do episódio narrado.

Ao final da narrativa, diz Kuhn, as mudanças são enormes, mas somente em retrospectiva; é a partir da análise do produto final das mudanças que a revolução é perceptível. Ao historiador, cabe compreender por que ocorreu a “mudança incremental”, que levou a uma alteração de todo um corpo de crenças, o que só é possível pela análise detalhada do processo revolucionário. Essa análise exige a observação de estágios pelos quais se efetiva uma mudança; exige a questão: “por que, dado o corpo de crenças com o qual começam, os membros de um grupo científico decidem alterá-lo, *em um processo que raramente é um mero acréscimo*, e que costuma demandar o ajuste ou abandono de algumas crenças admitidas?”³¹³ (KUHN, 2000, p. 112; edição brasileira, pp. 141-142, grifos nossos).

Como já afirmamos, o entendimento da mudança incremental – seja cumulativa, seja não cumulativa – requer a análise histórica do processo pelo qual essa mudança tomou corpo. A própria expressão ‘processo’ comporta a ideia de uma ação continuada, uma sucessão de estágios, sejam esses estágios marcados por acréscimos, por reformulações, incoerências, crises, etc. Assim, a expressão “passo a passo” da primeira citação acima deve ser entendida como modo de procedimento para a compreensão da continuidade histórica da ciência, que, em nenhum momento da obra kuhniana, se confunde com cumulatividade. É pertinente lembrar aqui das considerações de Pinto de Oliveira (2011, p. 227) acerca das expressões “ruptura com continuidade” e “continuidade com cumulatividade”. A seu ver, a segunda expressão tem também uma natureza paradoxal, já

³¹³ Chamamos a atenção para o fato de que essa afirmação é extraída também de “O problema com a filosofia histórica da ciência”, e se encontra muito próxima da passagem citada anteriormente, sobre a qual levantamos a discussão então empreendida.

que ‘continuidade’, “falando estritamente, significa que não há mudança, enquanto cumulatividade representa uma mudança ainda que restrita a simples adições. Assim, nós podemos pensar em três tipos de continuidade: continuidade estrita, continuidade com cumulatividade e continuidade com ruptura.”³¹⁴

A proibição de se falar em “passo a passo” no registro da mudança revolucionária não é posta sob o ponto de vista da análise da continuidade histórica, mas da continuidade de referentes linguísticos; de crenças. Como diz Pinto de Oliveira, a continuidade histórica “não é estabelecida através de identidade ou implicações lógicas” (2011, p. 230). O registro histórico de rupturas (descontinuidade de identidade ou de implicações lógicas) resulta da observação em retrospectiva histórica. A revolução é avaliada como produto do processo de mudança de que se ocupa uma narrativa histórica. Curiosamente, pode-se dizer que, para o historiador ou para o filósofo que adota a perspectiva histórica, o “passo a passo” é também procedimento para se entender por que a mudança revolucionária não pode ocorrer passo a passo. Dito de outra forma: a compreensão de uma mudança revolucionária, da estrutura de uma revolução científica, pressupõe a continuidade histórica da ciência – a sucessividade das ocorrências que alteram decisivamente um corpo de crenças, um esquema conceitual, um paradigma, etc.

O que está em jogo na análise comparativa da concepção kuhniana entre *A estrutura* e seus textos tardios é propriamente o objeto que está sendo focado nestes estudos. Aqui, é pertinente a réplica de Kuhn aos seus debatedores Miller e Frängsmyr, à sua conferência “Mundos possíveis na história da ciência”. Kuhn reproduz a crítica de Miller: “Considero o principal problema na análise de Kuhn sua ênfase na mudança descontínua de uma teoria (ou mundo) a outra” (KUHN, 2000, p. 86-87; edição brasileira, p. 111). E explica:

Não há, contudo, nenhuma menção a uma mudança descontínua em meu artigo, muito menos qualquer ênfase nela. O contraste, do início ao fim, é entre os léxicos usados em duas épocas bastante separadas: nada é dito sobre a natureza do processo interveniente pelo qual é constituída uma transição entre elas. Vale a pena precisar um pouco esse ponto: minha

³¹⁴ ...strictly speaking, means that there is no change, whereas cumulativity represents a change as well, even if merely due to additions. Thus, we can think of three types of continuity: strict continuity, continuity with cumulativity, and continuity with rupture.

obra anterior frequentemente invocou a descontinuidade, e meu artigo presente aponta o caminho em direção a uma reformulação significativa.

Nos últimos anos, tenho reconhecido cada vez mais que minha concepção do processo pelo qual os cientistas avançam foi modelada de maneira próxima demais à minha experiência do processo pelo qual os historiadores se voltam para o passado (KUHN, 2000, p. 87; edição brasileira, p. 111).

Ao fim de sua réplica, Kuhn afirma seu intuito de explorar o estudo dos processos de transição entre estágios do desenvolvimento científico, o que não fez, ele reafirma, em nota de rodapé, em sua obra “meta-histórica mais antiga”. E acrescenta: “como historiador, frequentemente lidei com os detalhes do processo de transição. Ver, em especial, meu *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity: 1894-1912*” (KUHN, 2000, p. 87; edição brasileira, p. 111). Deixamos de explorar aqui a indicação kuhniana e nos reportamos a outros de seus trabalhos históricos que nos permitem uma comparação com a história duhemiana.

Podemos observar que, pela análise histórica que apresenta em *A revolução copernicana*, Kuhn é visto, por Westman (1994, p. 97), como próximo de Duhem em seu continuísmo conceitual de longa duração. Procuramos, na sequência, mostrar que a aproximação entre Kuhn e Duhem pode ser estabelecida em muitos outros aspectos na análise histórica que apresentam.

4.2.1 As origens da ciência moderna

A identificação de um marco histórico para a passagem da ciência antiga para a ciência moderna tem ocasionado, como vimos, bastante controvérsia. Kuhn comenta sobre isso:

Embora historiadores tenham ficado ocasionalmente lívidos ao argumentar se Copérnico é realmente o último dos antigos ou o primeiro dos astrônomos modernos, o debate é, em princípio, absurdo. Copérnico não é antigo nem moderno, mas antes um astrônomo renascentista em cujo trabalho as duas tradições se fundem. Perguntar se seu trabalho é realmente antigo ou moderno é como perguntar se a curva em uma estrada reta pertence à seção que a precede ou à porção que vem depois dela. Da

curva, ambas as seções da estrada são visíveis e sua continuidade é aparente. Mas, vista de um ponto antes da curva, a estrada parece seguir retamente para a curva e desaparecer; a curva parece ser o último ponto de uma estrada reta. E vista de um ponto da seção seguinte, depois da curva, a estrada parece começar na curva, de onde ela segue reta. A curva pertence igualmente às duas seções ou não pertence a nenhuma. Ela marca uma virada na direção do avanço da estrada, tal como o *De Revolutionibus* marca uma mudança na direção em que o pensamento astronômico se desenvolveu (KUHN, 1970a, 181)³¹⁵.

Essa consideração entre estágios do desenvolvimento da astronomia importa na obra *A revolução copernicana* porque Kuhn relata aí justamente a passagem gradual de uma ciência antiga para a moderna. Considerações desse tipo podem ser encontradas em outros trabalhos históricos disponíveis em seu arquivo.

Na entrevista de 1995, Kuhn menciona o trabalho que teve na preparação das Conferências Lowell como uma tentativa de escrever *A estrutura* em três palestras. Apesar de afirmar que não são muito boas, assegura que elas dão indicações do que estava tentando fazer à época (KUHN, 2000, p. 289). O fato de Kuhn relacionar essas conferências à escrita de sua mais famosa obra é revelador porque, como mostraremos a seguir, algumas dessas conferências apresentam considerações justamente acerca da transição entre estágios.

Em “The Foundations of Dynamics”³¹⁶, a segunda conferência, Kuhn se refere à “fábula de Galileu”, referindo-se à narrativa histórica (ingênua) da descoberta das novas leis do movimento. E, em resposta à questão acerca do porquê Galileu chegou às novas leis a partir de observações que tinham levado seus predecessores a outras leis, ele afirma:

³¹⁵ *Though historians have occasionally grown livid arguing whether Copernicus is really the last of the ancient or the first of the modern astronomers, the debate is in principle absurd. Copernicus is neither an ancient nor a modern but rather a Renaissance astronomer in whose work the two traditions merge. To ask whether his work is really ancient or modern is rather like asking whether the bend in an otherwise straight road belongs to the section of the road that precedes the bend or to the portion that comes after it. From the bend both sections of the road are visible, and its continuity is apparent. But viewed from a point before the bend, the road seems to run straight to the bend and then to disappear; the bend seems the last point in a straight road. And viewed from a point in the next section, after the bend, the road appears to begin at the bend from which it runs straight on. The bend belongs equally to both sections, or it belongs to neither. It marks a turning point in the direction of the road's progress, just as the *De Revolutionibus* marks a shift in the direction in which astronomical thought developed.*

³¹⁶ Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Lectures. Lowell Institute - 1951.*

Essa questão não pode ser respondida sem um exame da maneira pela qual os cientistas antes de Galileu tinham raciocinado sobre essas observações, pois Galileu, gênio ou não, ao abordar o problema do movimento, não o fez sem ter recebido uma educação. E essa educação forneceu um conjunto de opiniões sobre o movimento que tinha satisfeito diversos homens instruídos, mas que foi rejeitado por Galileu em favor de suas próprias leis novas. E nós teremos de indagar quais eram essas opiniões e por que ele as considerou inadequadas. Se minha última conferência convenceu vocês acerca da falácia da usual resposta – a de que Galileu rejeitou a física aristotélica porque descobriu que ela não funcionava – teremos, no mínimo, que responder essa questão³¹⁷.

Essa passagem lembra uma consideração, presente em *A estrutura*, acerca da atitude de novos historiadores da ciência que, para estudar as contribuições de Galileu, investigam a relação entre as concepções desse cientista e aquelas partilhadas pelos seus antecessores, contemporâneos e sucessores, insistindo em estudar as opiniões desse grupo a partir da perspectiva que fornece “o máximo de coerência interna e a maior adequação possível à natureza” (KUHN, 1970, p. 3; edição brasileira, p. 22). E a atitude de Kuhn (a de um novo historiador da ciência) aqui se assemelha à de Duhem não somente por causa de sua recusa da fábula de que “Galileu rejeitou a física aristotélica porque descobriu que ela não funcionava”, ou seja, por recusar a ideia de uma mudança abrupta e simplista na história da ciência. Veremos que, ao tentar responder a questão que julga relevante, Kuhn precisa reproduzir essa mudança enquanto processo gradual.

A análise histórica kuhniana sobre a dinâmica remonta à concepção aristotélica de movimento, comportando breves considerações sobre antecessores de Aristóteles – Heráclito e Parmênides, que tinham concepções divergentes – e segue com a explanação das críticas realizadas pelos escolásticos até chegar à análise das concepções galileanas. Já tivemos a oportunidade, neste trabalho, de apresentar as semelhanças entre Duhem e Kuhn

³¹⁷ *This question in turn cannot be answered without an examination of the manner in which scientists before Galileo had rationalized these observations, for Galileo, genius or not, did not approach the problem of motion without education. And this education provided a set of opinions about motion which had satisfied a number of learned men but which Galileo rejected in favor of his own novel laws. And we will have to ask what these opinions were and why he found them inadequate. At least we will have to ask this question if my last lecture convinced you of the fallacy of the usual answer: that Galileo rejected Aristotelian physics because he discovered by experiment that it did not work (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics*, p.1).*

com relação à interpretação dos conceitos da física aristotélica. Em sua conferência, Kuhn discute a importância dessa interpretação, a interdependência entre noções, como em outros de seus trabalhos. O que nos interessa particularmente nesse trabalho é a exploração da história medieval, mencionada brevemente em outros de seus escritos, como também já indicamos, e que ganha uma significância aqui, por se tratar da análise histórica de uma ciência, o que viabiliza a comparação com os trabalhos históricos duhemianos. Veremos que muitas das afirmações kuhianas se coadunam com muitas passagens de *Études sur Leonard de Vinci e Les origines de la statique*. Eis uma delas:

...no século XIII, desenvolveu-se uma tradição de crítica aristotélica, conhecida como escolasticismo, uma tradição crítica que introduziu imediatamente modificações importantes da teoria aristotélica do movimento. Foi nessa tradição aristotélica modificada que Galileu foi treinado e, se para nós, ele é frequentemente retratado como o primeiro estudante moderno do movimento, ele pode igualmente ser visto como o último dos críticos escolásticos de Aristóteles, pois o trabalho de Galileu não é um começo, mas uma virada. Implicitamente ele estava inserido na tradição escolástica, mas seus resultados modificaram-na tão completamente que seus sucessores foram capazes de romper com ela definitivamente³¹⁸.

A compreensão das circunstâncias em que ocorreu a ‘virada’ na teoria do movimento é tema abordado por Kuhn na entrevista de 1995. Aí, ele afirma:

Quando ensinava a respeito de Galileu, costumava abordar o assunto de uma maneira pela qual coisas relativamente anômalas assumiam papel central. Eu achava que entendia por quê... Você sabe, encontra-se em Galileu a afirmação de que um corpo em queda livre, queda que tem início no topo de uma torre, move-se em semicírculo numa razão constante, e termina no centro da Terra. Isso foi muito importante para mim. Eu achava que tinha descoberto por que ele estava dizendo isso. Há

³¹⁸ ...in the thirteenth century developed a tradition of Aristotelian criticism known as scholasticism, a critical tradition which immediately introduced important modifications of the Aristotelian theory of motion. It was in this modified Aristotelian tradition that Galileu was trained, and if to us he is usually portrayed as the first modern student of motion, he may with equal justice be viewed as the last of Aristotle's scholastic critics. For Galileu's work is not a beginning but a turning point. Implicitly it was within the scholastic tradition, but its outcome so completely modified the tradition that his successors were able to break with it altogether (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics*, p.11).

também a asserção, que as pessoas julgam ser a melhor, de que os corpos nunca serão arremessados pela Terra, não importa quão rápido ela esteja girando. Ora, isso é um erro, e acho que sei qual é a fonte desse erro; se você souber como a chamada “latitudo de formas” medieval analisava esses problemas do movimento, você pode identificá-lo. É um erro comum na história antiga, porque as pessoas não costumavam ter tanto a noção de movimento acelerado quanto... isso depende do viés medieval... (KUHN, 2000, p. 293; edição brasileira, p. 353-354).

De acordo com a perspectiva kuhniana, para compreender a obra de Galileu, é necessário que ela seja vista como a da virada; é essencial uma perspectiva que atinja as contribuições que a precederam e a sucederam, como a de quem está na curva de uma estrada e identifica, aí, sua continuidade. Galileu, como Copérnico em *A revolução copernicana*, pode ser visto como um elo entre tradições antiga e moderna. Essa visão é também a de Duhem:

Galileu, cuja lenda toma como o criador da dinâmica moderna, vai buscar o fundamento de suas deduções na dinâmica já cambaleante de Aristóteles. Ele postula a proporcionalidade entre a força que move um móvel e a velocidade desse móvel. Os trabalhos dos mecanicistas do século XIII o inspiraram quando ele extrai desse princípio a peso aparente de um corpo colocado sobre um plano inclinado. Contudo, aqueles mecanicistas não chegam a fazer com que ele reconheça que a noção essencial de toda a estática é a noção de *força motriz*, produto de um peso pela altura de sua queda. Essa noção, Galileu substitui pela de *momento*, produto do peso pela velocidade de sua queda, noção que se liga imediatamente à dinâmica já condenada de Aristóteles (DUHEM, 1906, p. 284)³¹⁹.

O reconhecimento de modificações significativas na dinâmica aristotélica, realizadas pelos escolásticos, que levou Duhem a afirmar o surgimento de uma nova ciência

³¹⁹ *Galileu dont la légende fait le créateur de la Dynamique moderne, va chercher le fondement de ses déductions dans la Dynamique déjà chancelante d'Aristote. Il postule la proportionnalité entre la force qui meut un mobile et la vitesse de ce mobile. Les travaux des mécaniciens du XIII^e siècle l'inspirent lorsqu'il veut tirer de ce principe la pesanteur apparente d'un corps posé sur un plan incliné; mais ils ne vont pas jusqu'à lui faire reconnaître que la notion cardinale de toute la Statique est la notion de puissance motrice, produit d'un poids par sa hauteur de chute. A cette notion, Galilée substitue celle de moment, produit du poids par la vitesse de sa chute, notion qui se relie immédiatement à la Dynamique déjà condamnée d'Aristote.*

na Idade Média, também motivou Kuhn a falar do nascimento de uma “nova ciência” entre os nominalistas parisienses, no século XIII, a da teoria do ímpeto³²⁰. Agora, é evidente que esse reconhecimento não acarreta o entendimento de Kuhn (e tampouco o de Duhem) de que essa transição se efetivou nesse período:

Essa transição na atitude relativa ao movimento não se completou no período medieval. Ela foi inicialmente formulada, de modo pleno, no século XVII por Descartes, que também foi o primeiro a anunciar seu corolário físico, a conservação de velocidade linear ou a lei da inércia. Mas, a teoria do ímpeto, proveniente do criticismo limitado da explicação aristotélica do movimento do projétil, representa um passo importante em direção à visão moderna, pois, ao chamar a atenção para aspectos do movimento anteriormente irrelevantes, ela separou o problema da dinâmica daqueles da mudança qualitativa e forçou os filósofos medievais a introduzirem um novo conjunto de categorias aplicáveis somente à locomoção³²¹.

Em outra passagem de sua conferência, lemos: “Assim, a teoria do ímpeto produziu um pequeno, mas importante passo em direção ao que nós agora chamamos a relatividade do movimento inercial, e essa tendência foi muito reforçada pelas especulações astronômicas que ocorreram durante esse e o período posterior”³²². Podemos afirmar que, tanto para Kuhn como para Duhem, a transição da dinâmica aristotélica para a newtoniana só se efetivou no século XVII. Para aqueles que não seguem os estágios pelos quais essa transição se efetivou, as conclusões de Descartes ou de Galileu soarão excepcionalmente

³²⁰ Diz Kuhn: *This new science received the name of the impetus theory.* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics*, p. 12).

³²¹ *This transition in the attitude toward motion was not completed in the medieval period. It was first fully formulated in the seventeenth century by Descartes, who was also the first to announce its physical corollary, the conservation of linear velocity, or the law of inertia. But the impetus theory, proceeding from the limited criticism of the Aristotelian explanation of the motion of the projectile, represents a major step toward the modern view, for by forcing attention to a previously irrelevant aspects of the motion, it separated the problem of dynamics from those of qualitative change, and it force medieval philosophers to introduce a new set of categories applicable to locomotion alone* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics*, pp. 13-14).

³²² *Thus, the impetus theory produced a small but important step toward what we should now call the relativity of inertial motion, and this trend was very much reinforced by the astronomical speculations which occurred during this and latter periods* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics*, pp. 16-17).

‘geniais’ ante a física ‘pueril’ de Aristóteles. É interessante observar que, à vista de Duhem e Kuhn, os grandes cientistas não perceberam claramente a dívida com seus antecessores e, conseqüentemente, não compreenderam a língua de Aristóteles. Segundo Kuhn, a teoria do ímpeto forneceu uma estrutura conceitual nova referente aos movimentos terrestres.

E a transição tinha ocorrido em um contexto de uma nova especulação cosmológica e de uma teoria astronômica radical que reforçavam o novo ponto de vista. Ao fim do século XVI, o próprio significado da palavra movimento tinha mudado. No século XIV, como na antiguidade, a palavra *motus* significava mudança ou alteração, mas quando Galileu escreve, em Pisa, um tratado chamado *De Motu*, ele se dirige a um campo que começou a existir somente no século XIV – o campo da dinâmica terrestre. Muitos dos ataques que ele dirige a Aristóteles, a partir desse novo ponto de vista favorável, resultam da má interpretação do que Aristóteles tinha a dizer. Ele está falando de um problema diferente e usando as mesmas palavras em sentidos distintos³²³.

Duhem também discute as mudanças conceituais efetuadas no momento de transição da dinâmica antiga para a moderna, lamentando que Descartes não tenha reconhecido a contribuição dos escolásticos para a nova dinâmica, da qual se julgou o criador:

Essa noção [a de força motriz], Descartes define com precisão; ele a opõe vitoriosamente ao *momento* considerado por Galileu. Enquanto o emprego do *momento* decorre de uma dinâmica doravante insustentável, a noção de força motriz permite a formulação de um axioma mais claro e mais seguro, que sustenta a estática inteira; e esse princípio autônomo esperava somente, para se tornar aceitável, que a dinâmica nova tivesse sido construída sobre as ruínas da dinâmica peripatética (DUHEM, 1906, p. 285)³²⁴.

³²³ *And the transition had occurred against a background of new cosmological speculation and of radical astronomical theory which reinforced the new viewpoint. By the end of the sixteenth century the very meaning of the word motion had changed. In the fourteenth century as in antiquity the word motus meant change or alteration, but when Galileo at Pisa writes a treatise called De Motu he addresses himself to a field which only began to exist in the fourteenth century – the field of terrestrial dynamics. Many of the attacks which he directs at Aristotle from this new vantage point miss entirely the point of what Aristotle had to say. He is talking about a different problem and using the same words in different senses* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics, pp. 18).

³²⁴ *Cette notion, Descartes la définit avec précision; il l’oppose victorieusement au momento considéré par Galilée; tandis que l’emploi du momento découle d’une Dynamique désormais insoutenable, la notion de puissance motrice permet de formuler un axiome, très clair et très sûr, qui porte la Statique tout entière; et ce principe autonome n’attend point, pour devenir acceptable, que la Dynamique nouvelle ait été construite sur les ruines de la Dynamique péripatéticienne.*

Em “The Foundations of Dynamics”, Kuhn, ainda que de modo sintético, apresenta um panorama histórico da dinâmica até sua derrocada. No percurso, encontramos, além dos já mencionados, os nomes de Alberto Magno, Oresme, De Soto, Roger Bacon e Leonardo da Vinci. Desses, Oresme aparece destacado. Kuhn afirma, por exemplo, que a noção de velocidade instantânea “não é nem mesmo clara no trabalho de Galileu, que, três séculos mais tarde, tomou emprestada, quase literalmente, a análise feita pelo escolástico Oresme no século XIV”³²⁵ e que “é de Oresme que Galileu emprestou tanto a demonstração quanto o resultado de que um movimento uniformemente acelerado produz um deslocamento que é proporcional ao quadrado do tempo daquele movimento”³²⁶.

Como podemos observar, ao discutir as bases da dinâmica, em 1951, Kuhn atribui grande importância à ciência medieval. Em uma conferência de 1972, publicada em 1976, ele volta a mencionar o papel de uma tradição anterior para “as origens da ciência moderna” (título de uma das seções), ao afirmar que “embora historiadores difiram muito quanto ao peso a atribuir-lhes, poucos agora duvidam que algumas reformulações medievais da doutrina antiga, islâmicas ou latinas, foram da maior importância para figuras como Copérnico, Galileu e Kepler” (KUHN, 1977, p. 52-53)³²⁷. Embora Kuhn esteja focando, neste trabalho, a mudança ocorrida nos séculos XVII e XVIII, é significativa a menção da existência de um consenso sobre a importância das reformulações medievais. A questão que podemos colocar é: como era a posição dos historiadores em 1951, época das conferências Lowell? Certamente, desde 1905, quando Duhem passou a defender a existência da ciência medieval, muita coisa mudou na historiografia da ciência. Contudo, podemos notar que, ainda em 1995, Kuhn parece estar do lado dos historiadores que atribuem grande peso às reformulações medievais. Em uma entrevista publicada pelo *Le*

³²⁵ ...is not even clear in the work of Galileo, who three centuries later borrowed quite literally the fourteenth century analysis made by the scholastic Oresme (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts MIT. Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics, p. 21).

³²⁶ ...it is from Oresme that Galileo borrowed both the demonstration and the result that a uniformly accelerated motion produces a displacement that is proportional to the square of the time of that motion (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 3, folder 11. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Lectures Lowell Institute. The Foundations of Dynamics, p. 23).

³²⁷ Although historians differ greatly about the weight to be attached to them, few now doubt that some medieval reformulations of ancient doctrine, Islamic or Latin, were of major significance to figures like Copernicus, Galileo, and Kepler.

monde, quando indagado acerca de quais autores teriam desempenhado um papel na formação de seu pensamento, além de mencionar os costumeiros nomes de Alexandre Koyré, Arthur Lovejoy, Emile Meyerson, Hélène Metzger, Kuhn afirma: “Quanto a Duhem, mantive dele principalmente a ideia de que, para compreender a passagem da física antiga à física moderna, não se pode fazer economia da física medieval”³²⁸.

Se, em Duhem a valorização da física medieval é empregada para atestar a continuidade da ciência e a recusa de uma determinada concepção de revolução (a das modificações abruptas e drásticas), para Kuhn, essa valorização é necessária para ele explicitar uma nova concepção de revolução, que também se distingue daquela apresentada pela história clássica. Em suas notas de cursos, a recusa da ‘velha’ história da ciência é recorrente. Em “Remarks on Conceptual Revolutions”³²⁹, por exemplo, há indicação de duas ideias básicas da história: (1) a de que a ciência é uma disciplina cumulativa, diferentemente das outras e (2) que as revoluções científicas são sempre construtivas. Segundo Kuhn, essas ideias refletem claramente uma visão superficial da ciência:

Olhe o preço do progresso. Uma completa destruição de uma velha visão de mundo. *As revoluções científicas são destrutivas também.*
[...]

E um reconhecimento dessa destrutibilidade [...] *é um aspecto essencial para um entendimento da ciência.* O progresso não se dá pela adição de tijolos a uma estrutura já completa, mas pela demolição do edifício e pelo ajustamento dos mesmos materiais em uma nova³³⁰.

³²⁸ *Quant à Duhem, j’ai surtout retenu de lui l’idée que, pour comprendre le passage de la physique antique à la physique moderne, on ne pouvait faire l’économie de la physique médiévale.* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 20, folder 1. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. *Un entretien avec Thomas S. Kuhn.* Tradução de Christian Delacampagne. *Le monde*, 6 de fevereiro de 1995, p. 13).

³²⁹ Esse é o título de um dos tópicos de “Natural Sciences” - 1950-1953 (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Note Cards).

³³⁰ *Look at the price of the progress. A complete destruction of an old world-view.* Scientific Revolutions are destructive too.

(...)

And a recognition of this destructiveness (...) is one major facet of an understanding of science. Progress is not by adding bricks to an already complete structure, but by tearing down the building and putting the same materials into a new one. (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Note Cards. Remarks on Conceptual Revolutions).

Ao afirmar que o desenvolvimento da ciência ocorre por um processo também de destruição de visões de mundo, Kuhn se utiliza da mesma comparação empregada por Duhem (1988, p. 240) quando ele fala da destruição da física aristotélica: um novo edifício foi construído com fragmentos do antigo³³¹. Essa visão de desenvolvimento da ciência, ao mesmo tempo em que explicita claramente a ocorrência de mudança revolucionária, também exclui a concepção de revolução subjugada à história da Renascença, segundo a qual a ciência moderna surgia como fruto do trabalho de grandes gênios e desvinculada da tradição anterior.

4.2.2 A evolução contínua da ciência

A análise das mudanças revolucionárias na ciência depende muito da perspectiva. Como diz Kuhn (2000, p. 113), se observadas retrospectivamente, algumas parecerão gigantescas; se investigadas no transcurso de uma narrativa histórica, parecerão pequenas. O fato de ele ter focado a relevância da mudança retrospectivamente em *A estrutura* fez com que muitos de seus intérpretes, talvez ainda herdeiros de uma velha visão acerca de revoluções científicas, ou melhor, ‘da’ Revolução Científica, julgassem inadmissível uma abordagem feita sob um prisma diferente.

Assim, se Duhem não poderia falar seriamente de revolução, Kuhn – o descontinuísta – não poderia também falar seriamente em ‘evolução contínua’, ‘desenvolvimento gradual’ ou ‘passo a passo’, ‘processo lento’, ‘precursores’ ou ‘continuadores’, etc., vocábulos típicos de uma visão continuísta. Conforme tentamos mostrar neste trabalho, tanto Duhem quanto Kuhn empregaram esses termos em vários de seus escritos. Contudo, a impressão que se tem é que eles passaram despercebidos quando a ênfase de suas argumentações estava lançada sobre o aspecto que, supostamente, marcam suas visões de ciência – a continuidade em Duhem e a descontinuidade em Kuhn. Quando os termos aparecem empregados de um ponto de vista diverso de seus principais trabalhos, as análises que empreendem podem soar como anomalias. Agora, se recusamos o

³³¹ Cf. citações das páginas 125 e 169 deste trabalho.

antagonismo conferido às suas visões e as implicações dela decorrentes, é possível verificar uma proximidade marcada pela atitude de recusar uma história superficial e promover uma nova história da ciência.

É assim que continuamos a explorar alguns exemplos em que a análise de algumas considerações de Kuhn, presentes em suas notas de cursos, reforça a ideia de continuidade no sentido defendido por Duhem. Em uma dessas notas, encontramos o item “o problema dos precursores”, no qual Kuhn apresenta duas conclusões sobre a ciência:

- a) A história da ciência não é dependente apenas do nascimento de um novo gênio que vê coisas que ninguém viu antes
- b) Deve ser significativo dizer que “o tempo está maduro” para uma determinada contribuição, pois toda vez que você percebe tal contribuição você encontra muitas pessoas trabalhando independentemente em direção a ela.³³²

As considerações kuhnianas acerca do problema dos precursores estão muito próximas daquelas apresentadas por Duhem no prefácio a *L'oeuvre scientifique de Blaise Pascal*³³³, sobretudo pelas considerações acerca do trabalho de Torricelli, foco de discussão da aula de Kuhn e exemplo do trabalho de precursores no prefácio de Duhem. Ambos estão discutindo a primazia de Torricelli na descoberta da possibilidade do vácuo. Kuhn, depois de conceder o crédito a Torricelli, apresenta um esboço sintético com diversos nomes (Isaac Beeckman, Stevin, Baliani, Valerius Magnus) de homens que teriam feito contribuições antes dele e afirma:

nenhum desses homens teve papel maior em produzir a revolução. Qualquer um deles poderia tê-la realizado. Suas existências, contudo, não invalidam a história contada. Isso foi essencialmente o que aconteceu. [...] Mas suas existências ilustram um caráter essencial da ciência (...) Pois

³³² a) *History of Science is not just dependent upon the birth of a new genius who sees things that no one could see before*

b) *It must mean something to say that the “time is ripe” for a given contribution, for whenever you get such a contribution you find a lot of people working independently toward it* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts.

Natural Sciences- 1950-1953. Note Cards).

³³³ Parte da argumentação presente nesse texto foi explorada nas páginas 30-32 deste trabalho.

sempre existem precursores, pessoas que sempre falaram antes de nosso herói³³⁴.

Duhem, no aludido prefácio, discute a descoberta da possibilidade do vácuo, apresentando uma síntese dessa noção desde Aristóteles, que passa por diversos nomes até chegar aos nomes de Jean Rey, Isaac Beckman, Descartes, Giambatista Baliani, os quais teriam se aproximado da sugestão de Torricelli. E aí afirma: “O trabalho dos precursores está então acabado, tudo está pronto para que o do inventor possa começar. Ele começa pela experiência célebre de Torricelli, que pode ser aquela que o padre Valeriano Magni tinha imaginado por conta própria” (DUHEM, 1912, p. VI)³³⁵. Evidentemente, a síntese histórica duhemiana da descoberta de Torricelli abarca aqui mais nomes que a de Kuhn, que afirma: “A procura por precursores nunca termina. Ao invés de encontrar um homem que primeiro expressou uma dada opinião, você encontra uma série retrocedente de homens que quase a expressaram³³⁶”. Na sequência, Kuhn lembra que, do ponto de vista moderno, os precursores estavam equivocados, mas que apresentaram contribuições intermediárias essenciais para o ponto de vista da ciência moderna.

A defesa kuhniana acerca da continuidade da ciência não é absolutamente uma característica que pode ser atribuída a uma fase, digamos a uma dada fase que antecede seu trabalho sobre revoluções, quando ele alteraria radicalmente sua visão. Ela é, antes, uma característica presente em toda sua obra que, em certos momentos, ganhou relevância devido à perspectiva adotada – a da narrativa histórica que foca o processo de mudança –, a qual não se contradiz com a outra presente em *A estrutura* – a análise com foco no produto da mudança, ou seja, nas revoluções. Prova disso é o fato de encontrarmos novamente

³³⁴ *None of these men had a major role in producing the revolution. Any of them might have done it. Their existence though does not invalidate the story told. This was essentially what happened. (...) But their existence does illustrate an essential character of science. (...) For there are always precursors, always people who give the word before our Hero gets it* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Natural Sciences - 1950-1953. Note Cards).

³³⁵ *L'oeuvre des précurseurs est alors achevée; tout est prêt pour que celle des inventeurs puisse commencer. Elle débute par l'expérience célèbre de Torricelli que, peut être, le P. Valeriano Magni a imaginée de son côté.*

³³⁶ *The search for precursors never ends. Instead of finding man who first expressed a given opinion, you find a receding series of men who almost said it* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 9. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Natural Sciences - 1950-1953. Note Cards).

menção à descoberta de Torricelli em um esboço do que seria o primeiro capítulo de um livro inacabado³³⁷. Aí, Kuhn compara dois tipos de abordagem histórica: um que apresenta a descoberta de Torricelli como fruto de observação e experimento, sem nenhum vínculo com a tradição, e outro, no qual as crenças anteriores teriam desempenhado papel significativo para os resultados alcançados pelo cientista. Em outros termos, a distinção pode ser estabelecida entre uma abordagem histórica que mostre a ciência se desenvolvendo em direção ao estado ainda desconhecido do mundo real e outra que segue a partir de um conjunto de crenças já estabelecido sobre o mundo. Kuhn objetiva, evidentemente, mostrar a pertinência desse último tipo e, após apresentar uma longa citação histórica de Cornellis de Waard, que remonta a Aristóteles, afirma:

Essa não é a história de um evento, a descoberta de Torricelli, mas de um extenso processo que leva, simultaneamente, tanto àquela descoberta quanto à sua interpretação. Ela relata uma série de estágios ligados intimamente, entre os quais as distâncias cognitivas são pequenas: a partir da impossibilidade de um vácuo; para a impossibilidade de um vácuo aumentado; para a impossibilidade da produção humana de um vácuo aumentado; para a demonstração de que o homem pode superar a aversão da natureza a um vácuo [...]; para a versão do mercúrio do experimento da água; e, finalmente à hipótese do mar de ar de Torricelli. Cada um desses estágios está historicamente situado no tempo e no espaço. Cada um prepara o caminho para o seu sucessor, fornecendo uma posição a partir do qual o próximo estágio pode ser alcançado prontamente e pela comparação com o qual seus méritos podem ser avaliados. Dado um tempo adequado a partir do qual a história começa, [...] todos os seus últimos estágios desempenham papéis essenciais³³⁸.

³³⁷ *Scientific Knowledge as Historical Product* é o título de um capítulo indicado por Kuhn ao projeto de um livro. (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 20, folder 13. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Research reports to National Science Foundation)

³³⁸ *This is not the story of an event, Torricelli's discovery, but of the extended process which led, simultaneously, to both that discovery and its interpretation. It recounts a series of closely linked stages, between which the cognitive distance are small: from the impossibility of a vacuum; to the impossibility of an extended vacuum, to the impossibility of human agency's producing an extended vacuum; to the demonstration that man can overcome nature's abhorrence of a vacuum (...); to the mercury version of the water experiment; and, finally, to Torricelli's hypothesis of the sea-of air. Each of these stages is historically situated in time and place. Each prepares the way for its successor by providing a position from which that next stage can readily be reached and by comparison with which its merits can be evaluated. Given a suitable time from which to begin the story (...), all its later stages play essential roles* (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 24, folder 2. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Chapter 1: Scientific Knowledge as Historical Product, pp. 8-9.

A história da descoberta do vácuo pode ser tomada aqui como um exemplo da continuidade da ciência. Se apresentada como uma narrativa, não se vislumbram nem saltos nem rupturas, seja para Duhem, seja para Kuhn. O processo de desenvolvimento científico é contínuo; descontínuo é o produto obtido no processo da mudança. Uma narrativa sobre a construção da física aristotélica certamente envolveria a descrição de estágios; como a de Newton. De Aristóteles a Newton, uma série de estágios fez com que uma visão substituísse a outra. Se comparadas, a ruptura é radical; o salto é grande e as visões são incomensuráveis, para Kuhn e, de maneira semelhante, também para Duhem.

4.3 Duhem e Kuhn: a nova historiografia e a mudança conceitual

A análise das visões de desenvolvimento científico de Duhem e Kuhn leva-nos a considerar a necessidade de se rever os referentes atribuídos a muitos conceitos envolvidos na exposição da história e da historiografia da ciência. Podemos observar como determinados termos, tidos como opostos, não fazem o menor sentido quando aplicados às suas visões. Primeiramente, lembramos que a oposição entre evolução e revolução não se aplica a nenhuma delas. Evolução é o processo contínuo de desenvolvimento da ciência; revolução é o resultado de uma mudança substancial ocorrida nessa evolução.

Uma outra diferenciação é decorrente da primeira. Ao abordar uma evolução, o historiador tenderia a desenvolver uma narrativa histórica, onde cada cientista é mero continuador. Nessa história, não haveria espaço para os gênios ou inovadores ou descobridores. Assim, estabelece-se a distinção entre continuador e inovador, para a qual não existe separação nítida na história duhemiana nem na kuhniana. Um inovador é continuador porque é herdeiro de uma tradição, mas é também inovador se inicia ou efetiva uma ruptura com a tradição anterior. Na evolução científica, um criador de uma teoria pode ser visto como precursor daquela que a substituirá. Em último caso, a análise do caráter inovador ou não de uma contribuição na ciência ficará por conta do período envolvido numa narrativa histórica.

Se muitos acusam Duhem por ele fazer uma história de precursores (ou continuadores) é porque o período envolvido em suas narrativas é costumeiramente muito longo. De outra parte, se Kuhn, em *A estrutura*, prioriza os trabalhos de grandes cientistas, vistos como gênios pela tradição, tais como Galileu e Newton, é porque focou seus grandes feitos científicos comparativamente às tradições anteriores, porque abordou a história da ciência como sucessão de paradigmas. Esses gênios, contudo, foram também gênios na história duhemiana e também poderiam ser visto como continuadores por Kuhn no curso de toda a história da ciência. Em resumo, o que as histórias da ciência de Duhem e Kuhn não comportam é a afirmação de gênios isolados em tempo e lugar.

Outra oposição costumeira é a estabelecida entre continuidade e ruptura, na qual continuidade está explicitamente vinculada à ideia de cumulatividade. Lembramos que a noção de cumulatividade não é trabalhada por Duhem e que a ruptura que ele recusa não é a constatada por Kuhn. Ele certamente admitiu a ruptura mais comentada na obra kuhniana – aquela entre a física aristotélica e a newtoniana. Não é somente pelas comparações em que afirmam que a física antiga foi destruída pela nova física, mas também por toda a discussão acerca da mudança conceitual é que não podemos negar a semelhança entre ambos. E como falar de cumulatividade de algo que foi destruído? O que Duhem negou reiteradamente é a ideia de que entre os dois grandes físicos não houve atividade científica intermediária relevante e que a física moderna renasceu repentinamente sem vínculos com a antiga. Contudo, neste sentido último, Kuhn certamente também recusaria a ocorrência de rupturas na ciência. Para ambos, a história da ciência pressupõe a continuidade, inclusive para se falar de rupturas.

É somente dentro de um quadro referencial da ‘velha’ historiografia que a afirmação de ‘continuidade com mudança (ou revolução)’ ou ‘revolução gradual (ou passo a passo)’ pode soar contraditória. Tanto as obras de Duhem quanto as de Kuhn exigem o abandono de uma concepção prévia de suas visões de ciência. Assim, se quisermos continuar a empregar os termos ‘continuismo’ e ‘descontinuismo’ para falar de suas visões, temos de reconcebê-los, abandonando imediatamente a oposição. E aí podemos dizer que Kuhn é continuísta de modo semelhante a Duhem que, por sua vez, é descontinuísta como Kuhn.

Devemos lembrar que a visão continuísta é atribuída principalmente a Duhem, que, para alguns, é o criador da tese da continuidade. Agora, essa ‘tese’ está subjugada ao entendimento do termo revolução. É porque Duhem negou a revolução no sentido de mudança repentina e porque ‘revolução’ em Kuhn foi entendida nesse sentido é que a oposição ganhou terreno. Se admitirmos a peculiaridade do momento em que cada um fala de revolução, explorando o sentido em voga desse evento, como o recebem e o desenvolvem, não sobra espaço para antagonismo entre eles. De modo sintético, podemos afirmar que Duhem, negando a mudança repentina, faz da revolução um evento longo na história. Kuhn, por sua vez, também recusou o sentido clássico atribuído a eventos revolucionários, mas manteve uma maneira de falar dela como mudança repentina. O que é óbvio é que essa maneira se distingue daquela de muitos críticos do continuísmo, que, no fim das contas, não puderam perceber que esse sentido poderia ser encontrado também na obra do continuísta Duhem.

O fato de Kuhn falar de continuidade histórica demonstra que ele pouco se importou com as críticas à noção de continuidade combatida pelos críticos de Duhem. Como falava de revolução de um modo diferente de outros historiadores, mesmo de Koyré, Kuhn muito provavelmente concebeu a obra duhemiana de forma distinta de seu mestre. Aliás, é digno de menção aqui o teor de uma das notas bibliográficas existentes em seu arquivo, sobre o texto de Koyré, *Le vide et l’espace infini au XIV^e siècle*. Nela lemos:

Um ataque sobre a afirmação absurda de Duhem de que a ciência moderna começou com os decretos do bispo de Paris em 1277 contra a impossibilidade do vazio, etc. Documentado por estudos detalhados de alguns dos escritos do século XIV sobre o vazio, mostrando claramente que eles não adotam uma posição moderna, etc. Útil, mas *consideravelmente viciado pelo espantinho que ele ataca*. Falha realmente em verificar se há um efeito dos decretos em liberar a imaginação filosófica, etc.³³⁹.

³³⁹ O teor completo da ficha bibliográfica é : Koyré, A: *Le vide et l’espace infini au XIV^e siècle*. *Archives d’histoire doctrinale et littéraire du moyen âge*, 45-91, 1949.

An attack on Duhem’s absurd statement that modern science begins with edicts of Bishop of Paris in 1277 against impossibility of void, etc. Documented by detailed study of some 14th century writings about the void showing clearly that they don’t take a modern position, etc. Useful, but considerably vitiated by straw-man it attacks. Really fails to see whether there is an effect of the edicts in loosening up the phil imagination, etc. (Thomas Kuhn Papers, MC 240, box 7. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts. Bibliographical Cards. Os grifos são nossos).

Ainda que não tenhamos uma confirmação de que o teor da ficha tenha sido escrito pelo próprio Kuhn (não temos razão para duvidar disso; pelo contrário), a afirmação de que Koyré ataca um espantalho é extremamente apropriada, já que ele se apresenta como bastante responsável pela criação do espantalho continuísta que se destacou nas discussões acerca da história da ciência. Para nós, resta a constatação de que o estudo da obra kuhniana mostrou-se útil para desmontar a falácia que cerca o continuísmo duhemiano. De outra parte, a análise de Duhem também permitiu compreender melhor em que sentido o descontinuísmo atribuído a Kuhn pode ser abandonado. É assim que, de onde partimos, no capítulo 1: “continuísmo ou descontinuísmo?” chegamos a “continuísmo e descontinuísmo”. Percebemos que, de lá até aqui, os sentidos dessas expressões precisaram ser alterados na análise das obras de Duhem e Kuhn. Se quisermos manter aqueles sentidos dos quais partimos, teremos mesmo de decidir por “nem continuísmo nem descontinuísmo”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“A ciência evolui contínua e lentamente”. No início de nosso trabalho, essa afirmação era perfeitamente coadunável com a visão duhemiana e não poderia estar associada à caracterização da perspectiva histórica de desenvolvimento científico de Kuhn sem controvérsias. Já uma afirmação do tipo “A revolução newtoniana foi uma das mais profundas da história do pensamento humano” seria encaixada perfeitamente no pensamento kuhniano e estranha na história da ciência de Duhem. Aqui, ambas passam a estar conjugadas com outras afirmações sobre o desenvolvimento da ciência que encontram lugar na filosofia dos dois filósofos, mas que pareciam ser pertencentes a um ou outro, exclusivamente.

Começamos com Duhem. Além de diversificadas, as interpretações usualmente encontradas para a caracterização de seu continuísmo se apresentam conflituosas. Afinal como conjugar as afirmações de que Duhem é continuísta porque recusou, categoricamente, a ocorrência de revoluções na ciência com a de que admitiu revoluções somente na metafísica? Como poderia ele negar a ocorrência de uma ruptura entre a ciência antiga-medieval e a ciência moderna (a negação da revolução do século XVII) e ainda assim falar de revolução metafísica? De modo geral, podemos observar que a obra duhemiana carece ainda de maiores escrutínios. Muitos de seus intérpretes apresentam uma visão bastante focada em algumas obras (ou simplesmente passagens de suas obras) já consagradas por apresentarem determinada tese. Exemplos claros disso são *Les origines de la statique* e *Études sur Léonard de Vinci*. Vimos que a primeira, tomada como fonte para a tese da evolução lenta e linear da ciência e, conseqüentemente, da recusa de revoluções, pode ser fonte também para um exame sobre a distinção entre a ciência antiga e a moderna, sobre os grandes avanços científicos ocorridos nos séculos XVI e XVII. A segunda, vista comumente como a procura de elos encadeantes do desenvolvimento da ciência, o local de defesa dos precursores, que diminuiriam a figura dos grandes gênios, serviria também para a análise de mudanças significativas no caminho que Duhem traça desde aqueles que Leonardo da Vinci leu até aqueles que o leram.

De fato, existem diferentes acepções para ‘revolução’, passíveis de serem encontradas na obra duhemiana, dependendo dos contextos e da argumentação pretendida. Assim, em *Sauver les phénomènes* e *La théorie physique* encontramos, com efeito, a defesa epistemológica da demarcação e aí a história lhe fornece exemplos. Embora Duhem se refira em seus textos filosóficos à “continuidade da tradição” enquanto desenvolvimento matemático de uma teoria, não nos parece que ele empregue essa expressão somente nesse sentido em toda sua história da ciência. Não temos dúvida de que a tese demarcatória pode ser invocada para se falar de continuidade em Duhem e de que muitas de suas abordagens históricas podem ser usadas para esse fim, mas entendemos que essa é apenas parte de sua argumentação. Embora estivesse muito determinado quanto à verdadeira metodologia para a ciência, isso parece não ter interferido decisivamente na sua narrativa histórica de modo a forçar uma interpretação, como querem fazer crer alguns de seus críticos. Exemplo disso são as alusões duhemianas ao papel das teorias mecanicistas, que contribuíram para o desenvolvimento da ciência.

Defendemos que a tese demarcatória não impõe, a Duhem, a escrita da história de modo a distinguir revoluções na física e na metafísica. Talvez sua afirmação em *Le système du monde* (1988, p. 34), de que, ao narrar a história da cosmologia, não pretendia fazer o trabalho de filósofo, mas de historiador, devesse ser levada mais a sério por seus intérpretes. Se considerarmos sua extensa produção, seus momentos de espanto com as descobertas que empreendeu e no momento histórico em que as empreendeu, as visões consagradas de seu continuísmo não podem permanecer sem objeções e são sinais claros de que sua obra merece mesmo maiores investigações³⁴⁰.

Se entendermos ‘revolução’ como um processo de mudança substancial nas teorias científicas, no qual é possível identificar características de uma ‘antiga’ e de uma ‘nova’ ciência, não podemos ignorar que Duhem reconhece a ocorrência de eventos revolucionários na história da ciência que apresenta. Assim, ‘continuísmo’, quando aplicado à sua visão, não pode ser compreendido como a recusa de revoluções. A recusa duhemiana, insistente em seus textos após a descoberta da ciência medieval, se aplica à tese de que seja

³⁴⁰ Aqui vale lembrar a afirmação de Martin (1991, p. 159) de que os críticos de Duhem não perceberam o refinamento da história da ciência duhemiana em seus textos últimos, sobretudo em *Le système du monde*.

possível o surgimento repentino de teorias científicas completas na mente de grandes homens – uma tese ilusória propagada pela história da Renascença e seus herdeiros.

Essa hipótese de que ‘continuidade’ possa ser compreendida como continuidade da tradição, como negação do surgimento de teorias *ex nihilo* parece-nos muito vigorosa. Ela pode abraçar a afirmação duhemiana de que a revolução do século XVII foi ocasionada pela quebra da barreira entre física e metafísica. Essa concepção de revolução apareceria como uma explicitação metodológica, um recurso a mais para acentuar a ideia de continuidade enquanto não rechaço da tradição. Afinal, devemos lembrar que os alvos da crítica duhemiana, dirigida ao ofuscamento das linhas demarcatórias, são Bacon e Descartes, os mesmos criticados enquanto inauguradores da ‘nova ciência’. Talvez Martin (1991, p. 128) tenha mesmo razão quando afirma que a tese da continuidade “parece expressar nada mais que observações trivialmente comuns e justa humildade”³⁴¹. Se assim concebida, acabam-se as controvérsias, já que certamente, hoje, nem mesmo o mais radical descontinuista negaria a continuidade nesse sentido. Contudo, será que foi sempre assim? A impressão causada pela leitura de Duhem é a de que, de seu tempo para nossos dias, muita coisa mudou e de que ele tinha mesmo razões para defender o continuísmo num sentido que hoje soa bastante banal. A defesa kuhniana da necessidade de se observar a integridade histórica de um autor estudado é bem apropriada aqui.

O mesmo pode ser afirmado com relação à análise do próprio Kuhn. Conforme temos argumentado, mesmo em *A estrutura*, existem muitos elementos para descaracterizar uma visão de descontinuísmo radical, segundo a qual ‘revolução’ deve ser compreendida como mudança repentina, necessariamente vasta e como evento isolado na história da ciência. A sua visão é abordada sempre com ênfase na descontinuidade, dada a importância das revoluções científicas em *A estrutura*. Daí, vemos Russo (1984, p. 99) afirmar que Kuhn teria concedido uma importância excessiva às mudanças revolucionárias. Ao lembrar que uma revolução na ciência raramente é acontecimento brutal ou súbito, que é difícil estabelecer uma fronteira entre a ciência normal e a revolucionária, Russo defende que a noção de ruptura deveria ser enfraquecida. Essa argumentação se aproxima da de Watkins, para quem, conforme vimos, a revolução científica caracterizada por Kuhn é a de um

³⁴¹ ...seems to express no more than trite common observations, and due humility.

processo instantâneo. Por esses exemplos, podemos observar que a concepção kuhniana de revolução também é mal compreendida. Aplica-se à sua obra, a concepção dos historiadores que se ocuparam da Renascença, quando existem nela (mesmo em *A estrutura*) elementos que modificam consideravelmente o conceito de revolução. Como observamos, o próprio Kuhn admitiu, em seus textos posteriores, a ênfase demasiada nos eventos revolucionários e seu intuito em melhor caracterizar o período de transição entre estágios. Trata-se de momentos diferentes.

O exame de dois importantes episódios revolucionários na história da ciência – os ‘empreendidos’ por Copérnico e Newton – nos rendeu ensinamentos. Em primeiro lugar, uma insuspeitada descoberta de semelhança entre os pontos de vista de Duhem e Kuhn acerca do desenvolvimento científico se fez presente, com destaque para a possibilidade de se comparar discussões acerca da mudança conceitual. A tentativa inicial de verificar o antagonismo, já estabelecido por alguns de seus críticos, cedeu lugar a uma tendência contrária (vigiada, mas inevitável) de indicar confluências entre eles. O desafio ficou centrado no exercício de tentar compreender a posição dos dois filósofos e historiadores da ciência em seus contextos distintos – um exercício recomendado por ambos e talvez nem sempre bem observado por alguns de seus intérpretes.

Insistimos que a usual distinção entre continuísmo e descontinuísmo apresenta-se muitas vezes generalizada, sem a elucidação dos aspectos inerentes a cada uma dessas visões. Pelo modo como são abordadas, podemos conjecturar que muitas discussões acerca do suposto continuísmo duhemiano são empreendidas sob o jugo de Koyré. Citado por muitos intérpretes de Duhem, esse historiador é visto como uma autoridade. O aspecto mais significativo de sua influência parece-nos ser justamente a compreensão de continuísmo como negação de uma revolução no século XVII, ou seja, de uma mudança significativa entre a ciência medieval e a moderna. Daí se seguiriam outras generalizações, como a de que Duhem nega a ocorrência de quaisquer revoluções, a de que considera o século XVII como período não interessante ou infrutífero para a ciência. Como temos argumentado, essas interpretações são muito estreitas e exageradas para a abordagem da sua visão histórica. Ou muitas passagens significativas de suas obras são ignoradas diante da visão dominante que lhe imputa uma marca ingênua à sua história, ou sequer são conhecidas, já

que existe uma concepção admitida por uma autoridade descontinuísta na história da ciência. Talvez os intérpretes de Duhem, além de se isentarem de um exame mais detalhado de sua obra, tenham sido guiados pelos óculos de Koyré, sem também levar em consideração o quadro da historiografia desse descontinuísta. Nesse sentido, é interessante observar que a importância atribuída por Kuhn à obra de Koyré nos permite discutir aspectos importantes do desenvolvimento da história da ciência.

Sabemos que as designações ‘continuismo’ e ‘descontinuismo’ foram aplicadas a Duhem e Kuhn (e mesmo a Koyré) sem que eles tivessem feito uso delas no sentido com que passaram a ser empregadas. A análise do que esses filósofos e historiadores da ciência afirmaram sobre revolução, continuidade, precursores, evolução, etc., também requer a contextualização histórica em cada um deles. Se aplicarmos, por exemplo, a noção de continuidade duhemiana ou a kuhiana (entendida como a continuidade da tradição) a Koyré, fica difícil de compreender que ele possa criticar a “continuidade histórica”³⁴² de Duhem e, ao mesmo tempo, afirmar que “da semente à árvore não há saltos” (KOYRÉ, 1991, p.16), para se referir à evolução da ciência. Koyré parece defender a noção de continuidade da tradição, mas quer enfatizar que as “mudanças imperceptíveis em curto espaço de tempo engendram, a longo prazo, uma diversidade muito nítida” (KOYRÉ, 1991, p.16), como se seu ponto de vista fosse contrário ao de Duhem. Na abordagem de hoje, podemos dizer que a continuidade criticada em Duhem não é a continuidade histórica, mas lógica (bastante questionável). Agora, esse discernimento só é possível graças aos estudos que se seguiram na nova historiografia. O problema é quando, mesmo com distintas perspectivas, continuamos a utilizar os referentes consagrados por visões de épocas diferentes.

A análise de episódios revolucionários na obra de Duhem e Kuhn revela que a continuidade do desenvolvimento científico não se confunde com um processo cumulativo e, portanto, não se opõe a descontinuismo. Revolução é parte do empreendimento científico que é contínuo. A evolução da ciência é lenta e gradual e comporta revoluções, que são mudanças significativas cujo radicalismo somente é percebido em retrospectiva.

³⁴² Cf. passagem citada na p. 8.

A nosso ver, as visões de Duhem e Kuhn estão mais próximas do que se costuma julgar. Se tomarmos revolução como o aparecimento de descobertas repentinas, destituídas de quaisquer contribuições anteriores, a proximidade entre os dois é clara e indiscutível. O mesmo ocorre se pensarmos que revoluções demandam tempo e estágios, ou seja, preparação. Lembramos ainda da consideração kuhniana de que a correlação entre elementos da ciência medieval e da moderna deixa a “estrutura da Revolução Científica imutável, mas bastante estendida no tempo” (KUHN, p. 1977, p. 108).

A questão, obviamente complexa, diz respeito à estipulação de quando acontece a mudança, a ruptura. Seria possível a indicação de uma diferença significativa entre as visões de Duhem e Kuhn com relação a esse aspecto, além da extensão do período revolucionário? Como sabemos, Kuhn enfatizou a dificuldade dos historiadores em datar as revoluções, em distinguir o momento em que um quebra-cabeça passa a ser uma anomalia. Contudo, como também sabemos, em nenhuma obra, deixou de assinalar a ideia de ruptura. A questão é: como conjugar a concepção de mudança gradual com quebras bruscas? Seria a ideia de ruptura uma marca de Kuhn a possibilitar uma maior diferenciação entre sua visão e a de Duhem? Aparentemente, aos olhos desse último, mudanças revolucionárias só são detectáveis após longo período de tempo; só podem ser identificadas enquanto produto. Lembramos aqui a comparação duhemiana entre o surgimento da física newtoniana com o de um pintinho recém-saído do ovo (cf. pp. 190-191). O pintinho é o produto de uma série de estágios e só pode ser contemplado em sua figura após seu “acabamento”. A comparação duhemiana nos parece bastante adequada para ser aplicada à visão kuhniana acerca dos eventos revolucionários na ciência.

A investigação proposta no último capítulo – a do descontinuísmo em Duhem e do continuísmo em Kuhn – permitiu corroborar algumas hipóteses anteriores e fortalecer nossa convicção de que, de fato, existe uma confluência significativa entre suas visões históricas. Tomemos como exemplo o papel da metafísica na revolução científica. Como já afirmamos, o fato de Duhem falar de revolução, referindo-se à tese demarcatória, não precisa (e não deve) ser visto como um sinal de que ele estivesse, como historiador, estabelecendo uma demarcação para falar do desenvolvimento da física. Talvez, como físico e filósofo da ciência, essa distinção lhe fosse cara; mas ela aparentemente não

desvirtuou suas narrativas históricas. Tomem-se como exemplo os comentários duhemianos acerca das revoluções de Lavoisier e de Maxwell, feitos de modo a evidenciar a função da metafísica em suas obras. E, independente do fato de Duhem, enquanto cientista, se opor claramente ao atomismo, a avaliação histórica que ele apresenta das obras dos atomistas é bastante enaltecida pela contribuição que propiciaram ao desenvolvimento da ciência.

Considerações semelhantes referentes ao papel da metafísica para a revolução do século XVII podem ser encontradas no escritos de Kuhn. E aqui devemos indicar a fertilidade do exame de seu arquivo na investigação de suas ideias acerca da continuidade da ciência. Entre outros aspectos, foram relevantes: as considerações críticas sobre a história clássica da ciência, caracterizada por muitas narrativas fabulosas e marcada pelo descaso à tradição; a caracterização da ciência moderna como herdeira dos trabalhos dos escolásticos; a menção ao trabalho dos precursores e ao rechaço da concepção de que a ciência nova era fruto de mentes geniais, isoladas em suas investigações e experiências. Essa análise se tornou possível porque muitos dos documentos do arquivo de Kuhn, focados neste trabalho, resultam de sua incursão em história da ciência, uma fonte que amplia aquela encontrada em seus trabalhos publicados. Estes estiveram centrados na filosofia da ciência, em um momento em que a compreensão do desenvolvimento científico necessitava passar por uma nova abordagem das revoluções científicas.

Poder-se-ia argumentar que os documentos do arquivo de Kuhn são muito antigos e não reproduzem fielmente o pensamento do autor, na medida em que não foram publicados. Não temos, no entanto, nenhum motivo para temer uma violação de sua visão histórica e historiográfica. Em primeiro lugar, porque os textos investigados não apresentam incongruências com seu pensamento exposto nas obras publicadas; em segundo lugar, porque, em sua entrevista de 1995, Kuhn se reporta a vários deles para explicar no que estava pensando quando concebeu *A estrutura*. Além disso, o exame desses documentos ocasionou uma maior atenção em passagens de sua obra antes negligenciadas por uma leitura direcionada. Assim, localizamos colocações (sintéticas, é verdade, – exploradas no último capítulo) que corroboram determinadas concepções expostas didaticamente em suas anotações para os cursos que ministrou em história da ciência. Aí podemos verificar a preocupação de Kuhn com aquilo que ficou fora de *A estrutura*, mas

que se tornou posteriormente, como ele mesmo admite, objeto de suas últimas preocupações: a transição entre estágios.

Na recusa da velha história da ciência, explicitada em seus cursos, podemos verificar a convergência da visão kuhniana com a de Duhem, um historiador também responsável pela revolução historiográfica. Curiosamente, podemos dizer que a compreensão da revolução historiográfica, anunciada por Kuhn, exige a revisão de conceitos empregados na história da ciência, como o próprio conceito de revolução. E, se essa noção é menos ambígua em Kuhn é porque, em determinado momento, ele se viu obrigado a insistir que a ciência não crescia cumulativamente. De modo semelhante, podemos olhar para a preocupação de Duhem com a noção de continuidade no desenvolvimento científico. Em seu tempo e lugar, ele precisava inverter um quadro que julgou ilusório. Em ambos os casos, temos uma tentativa de mudança, com foco semelhante quando se trata de corrigir uma má visão histórica; com foco distinto, conforme a necessidade do momento – Duhem precisava afirmar a continuidade, não admitida, em tempos de revoluções; Kuhn precisava rever o conceito de revolução em contexto no qual a continuidade da ciência (no sentido defendido por Duhem) era admitida consensualmente e poderia ser vista até como uma banalidade. Ambos quiseram romper com uma determinada visão de desenvolvimento científico e, nesse caso, a ênfase numa visão alternativa pareceu (ou gerou) exagero. Talvez, para fazer frente a uma visão corrente que se julga exagerada seja mesmo necessária uma argumentação exagerada.

Ao final, nossa investigação acerca da suposta oposição entre Duhem e Kuhn gerou bons frutos. Além de retirar uma barreira artificial colocada entre eles, a proposta inicial nos levou a uma maior compreensão de suas visões acerca do desenvolvimento científico e das questões inerentes a uma investigação em historiografia da ciência. Pelas semelhanças encontradas entre eles, podemos dizer, de um jeito um tanto duhemiano, que Duhem é um precursor de Kuhn³⁴³.

Por fim, lembramos aqui as questões concernentes ao desenvolvimento da ciência em Duhem e Kuhn expostas nos capítulos 1 e 4: ‘Continuismo *ou* descontinuismo?’ e ‘Continuismo *e* descontinuismo?’ O que temos a dizer sobre elas se assemelha à

³⁴³ É o que faz, de certa forma, Brenner (2003).

consideração de Kuhn de que a curva de uma estrada pertence igualmente às duas de suas porções ou não pertence a nenhuma. Duhem e Kuhn ou são continuístas e descontinuístas ou não são nem uma coisa nem outra. O que altera a resposta é a perspectiva adotada. A visão parcial é que pode conduzir a uma resposta exclusiva, assim como acontece quando olhamos a curva somente antes ou somente depois dela. Em visão retrospectiva e abrangente, eles estão na curva – cada um com seus anseios frente ao contexto de sua época –, causando uma virada na história e na filosofia da ciência.

REFERÊNCIAS

- AGASSI, J. Continuity and Discontinuity in the History of Science. *Journal of History of Ideas*. Vol. 34, nº 04, 1973, pp. 609-626.
- AGASSI, J. Kuhn's Way. *Philosophy of the Social Sciences*. 2002; 32; 394, pp. 394-430.
- ANDERSEN, H.; BARKER, P.; CHEN, X. *The Cognitive Structure of Scientific Revolutions*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- ARIEW, R. e BARKER, P. Duhem on Maxwell: A Case-Study in the Interrelations of History of Science and Philosophy of Science. *PSA*, 1, 1986, pp. 145-156.
- ARIEW, R. e BARKER, P. Introduction. *Synthese* 83, 1990, pp. 179-182.
- ARIEW, R. e BARKER, P. Continuity in the History of Science. *Revue internationale de philosophie*. Vol. nº 182, 1992, p. 321-343.
- BELTRÁN, A. *Revolution científica, Renacimiento e historia de la ciencia*. Madrid : Siglo XXI de España Editores S.A, 1995.
- BOUDOT, M. Préface. In BRENNER, A. *Duhem, science, réalité et apparence: la relation entre philosophie et histoire dans l'oeuvre de Pierre Duhem*. Paris: Vrin, 1990.
- BRENNER, A. *Duhem, science, réalité et apparence: la relation entre philosophie et histoire dans l'oeuvre de Pierre Duhem*. Paris: Vrin, 1990a.
- BRENNER, A. Holism a Century Ago : The Elaboration of Duhem's Thesis. *Synthese* 83, 1990b, pp. 325-335.
- BRENNER, A. Duhem face au post-positivisme. In: *Revue internationale de philosophie*, 46, nº 182, 3/1992a, pp. 390-404.
- BRENNER, A. Introduction. In: DUHEM, P.M. M. *L'évolution de la mécanique*. Paris: Vrin, 1992b.
- BRENNER, A. Introduction. In : DUHEM, P.M.M. *L'aube du savoir. Épitomé du système du monde*. Paris: Hermann, 1997.
- BRENNER, A. *Les origines françaises de la philosophie des sciences*. Paris: Vrin, 2003.
- BROUZENG, P. *Duhem: science et providence (Un savant, une époque)*. Paris: Belin, 1987.

- BUCHWALD, J. Z.; SMITH, G. E. Thomas S. Kuhn, 1922-1996. *Philosophy of Science*, 64, 1997, pp. 361-376.
- BURCKHARDT, J. *A cultura do Renascimento na Itália: um ensaio*. Tradução de Sérgio Tellaroli. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.
- BUTTERFIELD, H. *The Whig Interpretation of History*. New York: W W Norton & Company, 1965.
- CANGUILHEM, G. *Études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris : Vrin, 1970.
- CARLO, C.G. *La formación intelectual de Thomas S. Kuhn: una aproximación biográfica e la teoría del desarrollo científico*. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, 2001.
- COHEN, I. B. *Revolutions in Science*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1994.
- COHEN, I. B. History and the Philosopher of Science. In: SUPPE, F. (ed.) *The Structure of Scientific Theories*. Urbana: University of Illinois Press, 1977, vol. 1, p. 308-349.
- CONDORCET, J. A.N.C. *Esboço de um quadro histórico dos progressos do espírito humano*. Tradução de Carlos Alberto R. de Moura. Campinas: Editora da Unicamp, 1993.
- CROMBIE, A. C. *Historia de la ciencia: De San Agustin a Galileo*. Tradução espanhola de José Bernia. Madrid: Alianza, 1974.
- D'ALEMBERT, J. R. Discurso Preliminar dos editores. In: D'ALEMBERT, J. R.; DIDEROT, D. *Enciclopédia ou dicionário raciocinado das ciências, das artes e dos ofícios por uma sociedade de letrados*. Tradução de Fúlvia Maria Luiza Moretto. São Paulo: Editora da Unesp, 1989.
- DUHEM, P.M.M. *Les théories électriques de J. Clerk Maxwell*. Étude historique e critique. Paris: Hermann, 1902.
- DUHEM, P.M.M. *Les origines de la statique*. Paris: Hermann, 1905, 1^ov. Edição fac-símile: The Cornell University Library Digital Collections, 1991.
- DUHEM, P.M.M. *Les origines de la statique*. Paris: Hermann, 1906, 2^ov. Edição fac-símile: The Cornell University Library Digital Collections, 1991.
- DUHEM, P.M.M. *Le mouvement absolu et le mouvement relatif*. Montligeon : Impr.-librairie de Montligeon (Montligeon (Orne)), 1909.

DUHEM, P.M.M. Préface. In : MAIRE, A. *L'oeuvre scientifique de Blaise Pascal : bibliographie critique et analyse de tous les travaux qui s'y rapportent*. Paris : Hermann, 1912, pp. I-IX.

DUHEM, P. M. M. *Notice sur les titres et travaux scientifiques*. Mémoires de la Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux, 7 série, Tomo I, Paris e Bordeaux, 1917.

DUHEM, P.M.M. *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Paris: Hermann, vol. VII, 1956.

DUHEM, P.M.M. *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic*. Paris: Hermann, vol. X, 1959.

DUHEM, P. M. M. *Études sur Léonard de Vinci: ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. Paris: Archives Contemporaines, 3 v, 1984a.

DUHEM, P.M.M. *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic*. Paris: Hermann, vol. II, 1984b.

DUHEM, P.M.M. *Le mixte et la combinaison chimique*. Paris: Fayard, 1985.

DUHEM, P. M. M. L'École anglaise et les théories physiques. In: DUHEM, P. M. M. *Prémices Philosophiques*. Leiden: Brill, 1987a.

DUHEM, P. M. M. L'évolution des théories physiques du XVII siècle jusqu'à nous jours In: DUHEM, P. M. M. *Prémices Philosophiques*. Leiden: Brill, 1987b.

DUHEM, P.M.M. Physique et métaphysique. In: *Prémices philosophiques*. Leiden: E. J. Brill, 1987c [Edição brasileira.: Física e Metafísica. Tradução de Antonio Marcos de A. Levy. In: MARICONDA, P. (Org.) *A filosofia da física de Pierre Duhem*. *Revista Ciência e Filosofia*. n° 4, São Paulo, 1989].

DUHEM, P. M. M. Quelques réflexions au sujet de la physique expérimentale. In: DUHEM, P. M. M. *Prémices Philosophiques*. Leiden: Brill, 1987d [Edição brasileira: Algumas reflexões acerca da física experimental. Tradução de Nivaldo de Carvalho. In: MARICONDA, P.R. (Org.) *A filosofia da física de Pierre Duhem*. *Revista Ciência e Filosofia*. n° 4, São Paulo, 1989].

DUHEM, P. M. M. Quelques réflexions au sujet des théories physiques. In: DUHEM, P. M. M. *Prémices Philosophiques*. Leiden: Brill, 1987e [Edição brasileira: Algumas reflexões sobre as teorias físicas. Tradução de Marta da Rocha e Silva e Mônica Fuchs. In: MARICONDA, P. (Org.) *A filosofia da física de Pierre Duhem*. *Revista Ciência e Filosofia*. n° 4, São Paulo, 1989].

- DUHEM, P. M. M. Une nouvelle théorie du monde inorganique. In: DUHEM, P. M. M. *Prémices Philosophiques*. Leiden: Brill, 1987f.
- DUHEM, P.M.M. *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic*. Paris: Hermann, vol. 1, 1988.
- DUHEM, P.M.M. *La théorie physique, son objet, sa structure*. Paris: Vrin, 1989a.
- DUHEM, P.M.M. Physique de croyant. In: DUHEM, P.M.M. *La théorie physique, son objet, sa structure*. Paris: Vrin, 1989b. [Edição brasileira: Física do crente. Tradução de José Luiz Fourniol Rebello. In: MARICONDA, P. (Org.) *A filosofia da física de Pierre Duhem*. Revista Ciência e Filosofia. nº 4, São Paulo, 1989].
- DUHEM, P.M.M. *Sauver les phénomènes*. Essai sur la notion de théorie physique de Platon a Galilée. 2 ed. Paris. Vrin, 1990. [Edição brasileira: DUHEM, P. *Salvar os fenômenos*. Ensaio sobre a noção de teoria física de Platão a Galileu. Tradução de Roberto de A. Martins. In: *Cadernos de história e filosofia da ciência*. Coordenação de Z. Loparic. Suplemento 3. 1984].
- DUHEM, P.M. M. *L'évolution de la mécanique*. Paris: Vrin, 1992a.
- DUHEM, P.M.M. Les théories de la chaleur. In: DUHEM, P.M. M. *L'évolution de la mécanique*. Paris: Vrin, 1992b.
- FERGUSON, W. K. *La renaissance dans la pensée historique*. Tradução de Jacques Marty. Paris: Payot, 1950.
- FEYERABEND, P. Consolations for the Specialist. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, M. (ed.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. [Edição brasileira: *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979].
- GRANT, E. *Physical Science in the Middle Ages*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- HOYNINGEN-HUENE, P. *Reconstructing Scientific Revolution: Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.
- JAKI, S. L. *Uneasy Genius: The Life and Work of Pierre Duhem*. Nijhoff: Dordrecht, 1987.
- KOYRÉ, A. *Études d'histoire de la pensée philosophique*. Paris: Libraire Armand Colin, 1961.
- KOYRÉ, A. *Études Galiléennes*. Paris: Hermann, 1966.

- KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 1991.
- KRAGH, H. *The Historiography of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- KUHN, T. S. Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century. *Isis*. Vol 43, nº 1, 1952.
- KUHN, T. S. *The Copernican Revolution*. Planetary Astronomy in the development of Western Thought. Cambridge: Harvard University Press, 1970a. [Edição portuguesa: *A revolução copernicana*. Tradução de Marília Costa Fontes, Lisboa: Edições 70, 2002.].
- KUHN, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press, 1970b. [Edição brasileira: *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução de Beatriz V. Boeira e Nelson Boeira, São Paulo: Perspectiva, 1982].
- KUHN, T. S. *The Essential Tension*. Chicago: The University of Chicago Press, 1977. [Edição portuguesa: *A tensão essencial*. Lisboa: Edições 70, s/d.].
- KUHN, T. S. *Black-Body Theory and Quantum Discontinuity: 1894-1912*. Chicago: The University of Chicago Press, 1978.
- KUHN, T. S. *The Road Since Structure*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000. [Edição brasileira: *O caminho desde A estrutura*. Tradução de César Mortari, São Paulo: Editora da UNESP, 2006].
- LINDBERG, D. C. (ed.) *Science in the Middle Ages*. Chicago: The University of Chicago Press, 1978.
- LINDBERG, D. C. *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, Prehistory to A.D. 1450*. Chicago: The University of Chicago Press, 2007.
- LOMBARDI, O. I. La pertinencia de la historia em la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 1997, 15 (3), pp. 343-349.
- LOWINGER, A. *The Methodology of Pierre Duhem*. New York: Columbia University Press, 1941.
- MAIOCCHI. *Chimica e filosofia. Scienza, epistemologia, storia e religione nell'opera di Pierre Duhem*. Firenze: La Nuova Italia Editrice, 1985.

- MAIOCCHI. Rivoluzione scientifica. In: *Dizionario di Storiografia*. Progetto e direzione scientifica: Alberto de Bernadi e Scipione Guarracino (1996). Disponível em <www.pbmstoria.it/dizionari/storiografia/lemmi/356.htm>. Acesso em: 10 de maio de 2008.
- MARCUM, J. A. *Thomas Kuhn's Revolution. An Historical Philosophy of Science*. London: Continuum, 2005.
- MARICONDA, P. Introdução. IN: MARICONDA, P. (Org.) *A filosofia da física de Pierre Duhem*. Revista Ciência e Filosofia. n° 4, São Paulo, 1989.
- MARICONDA, P. R. Duhem e Galileu: uma reavaliação da leitura duhemiana de Galileu. In: ÉVORA, F. R. (Org.). *Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea*. Campinas, CLE/Unicamp, 1993. pp. 123-160.
- MARTIN, R. N. D. *Pierre Duhem: Philosophy and History in the Work of a Believing Physicist*. La Salle, Illinois: Open Court Publishing Company, 1991.
- MASTERMAN, M. The Nature of Paradigm. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, M. (ed.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. [Edição brasileira: *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979].
- NASCIMENTO, M.G.S. Apresentação. In : CONDORCET, J A.N.C. *Esboço de um quadro histórico dos progressos do espírito humano*. Campinas: Editora da Unicamp, 1993].
- PACAULT, A. Préface. In: BROUZENG, P. *Duhem: science et providence* (Un savant, une époque). Paris: Belin, 1987.
- FICHANT, M. A ideia de uma história das ciências. In: PÉCHEUX, M.; FICHANT, M. *Sobre a história das ciências*. Tradução de Francisco Bairrão. Lisboa: Editorial Estampa, 1971.
- PINTO DE OLIVEIRA, J.C. Kuhn, Koyré e a “nova historiografia” da ciência. *Primeira Versão*, 141, 2010.
- PINTO DE OLIVEIRA, J.C. Creativity, continuity and discontinuity in science and art. In: CASTRO, S. J.; MARCOS, A. (eds.). *The Paths of Creation- Creativity in Science and Art*. Bern: Peter Lang, 2011.
- POPPER, K.R. Normal Science and its Dangers. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, M. (ed.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. [Edição brasileira: *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979].

REDONDI, P. Introduction. In: REDONDI, P.; PILLAI, P.V. *The History of Sciences: The French Debate*. London: Sangam Books, 1989.

ROSEN, E. Renaissance Science as seen by Burckhardt and his Successors. In: HELTON, T. *The Renaissance. A Reconsideration of the Theories and Interpretations of the Age*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1964.

ROSENTHAL, E. Changing Interpretation of the Renaissance in the History of Art. In: HELTON, T. *The Renaissance. A Reconsideration of the Theories and Interpretations of the Age*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1964.

RUSSO, F. *Nature et méthode de l'histoire des sciences*. Paris, A. Blanchard, 1984.

SARGENT, S. D. Introduction. In MAIER, A. *On the Threshold of Exact Science*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1982.

SOUZA FILHO, O.M. *Os princípios da termodinâmica e a teoria da ciência em Pierre Duhem*. Tese de doutorado - USP, 1996.

SHAPER, Dudley. The Structure of Scientific Revolutions. *Philosophical Review*, LXXIII, 1964, pp.383-394.

SWERDLOW, N. M. An Essay on Thomas Kuhn's First Scientific revolution, "The Copernican Revolution". *Proceedings of the American Philosophical Society*. 148, 1, 2004, pp. 64-120.

THOMAS KUHN PAPERS - MC 240. Massachusetts Institute of Technology, Institute Archives and Special Collections, Cambridge, Massachusetts.

TOULMIN, S. Does the Distinction between Normal and Revolutionary Science Hold Water? In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, M. (ed.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. [Edição brasileira: *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979].

WATKINS, J. Against 'Normal Science'. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, M. (ed.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. [Edição brasileira: *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1979].

WESTMAN, R.S. The Duhemian Historiographical Project. *Synthese*, 83, 2, 1990, pp. 261-272

WESTMAN, R.S. Two Cultures or One? A Second Look at Kuhn's *The Copernican Revolution*. *Isis*, 1994, 85: 79-115.

WORRALL, J. “Revolução permanente”: Popper e a mudança de teorias na ciência. In: O’HEAR, A. *Karl Popper: filosofia e problemas*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Unesp, 1997.