



ARTIGOS - ARTICLES

A concepção de Duhem de História da Ciência como história intelectual - teses historiográficas e metodologia da continuidade e da convergência

José Raymundo Novaes Chiappin

Departamento de Economia
Departamento de Filosofia – USP

chiappin@usp.br

Jojomar Lucena da Silva

Departamento de Filosofia – FFLCH – USP

jojomarls@gmail.com

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar a concepção de história da ciência de Duhem como história intelectual e defender a tese de que se trata de uma concepção continuísta e teleológica, com a função de prover à concepção de ciência uma dinâmica que garanta o valor de conhecimento. De maneira subsidiária, far-se-á a introdução de uma segunda concepção de história, formal, mais restritiva por ser fruto exclusivo da lógica e da base empírica da ciência, e mostrar que é sobre esse cenário onde a história da ciência se apresenta, primeiramente, como contínua e teleológica. Esse artigo é o desenvolvimento de outro publicado alhures. Defendemos, agora, que cada uma das concepções de história, formal e intelectual, tem naturezas e funções próprias que revelam recursos diferentes das partes metodológicas da concepção da teoria da ciência.

Palavras-chave: história formal; história intelectual; continuísmo; teleologia; realismo estrutural.

Duhem's conception of the history of science as intellectual history - historiographical theses and the methodology of continuity and convergence

Abstract: The objective of this article is to present Duhem's conception of the history of science as intellectual history and defend the thesis that it is a continuistic and teleological conception with the function of providing the conception of science with a dynamic that guarantees the value of knowledge. In a subsidiary way, a second conception of history will be introduced: formal, more restrictive as it is the exclusive result of the logic and empirical basis of science, and will show that it is in this scenario that the history of science presents itself, firstly, as continuous and teleological. This article is the development of another published elsewhere. We now argue that each of the conceptions of history, formal and intellectual, has its own natures and functions that reveal different resources from the methodological parts of the conception of the theory of science.

Keywords: formal history, intellectual history, continuism, teleology, structural realism.

O colapso da metafísica e o pessimismo epistemológico

O estudo da história se consolida no século XIX, com o colapso da metafísica como fundamento da ciência, como um poderoso recurso tanto heurístico quanto de provimento de legitimidade para a fundamentação científica de alguns saberes. Para outros autores, a história reivindica sua própria autonomia, como disciplina independente, com seu próprio método, natureza e função. Os questionamentos epistemológicos de Hume e Kant quanto à natureza e os métodos da metafísica, por um lado, e a emergência da dinâmica das teorias científicas, com novas teorias substituindo as antigas, por outro, levou ao colapso da metafísica como fundamento do conhecimento e lançou profundos tons céticos e pessimistas sobre o estatuto cognitivo do conhecimento, reduzindo-o apenas a um valor instrumental e prático.

Essa dimensão cética sobre o alcance do conhecimento científico recebeu reforço positivo de uma incipiente e tosca concepção de história, ainda sem muita reflexão sobre seus fundamentos, métodos e natureza. A história da ciência se resumia a fazer registros cronológicos de eventos e fatos em um cemitério de teorias. Nesse cenário, instalou-se o pessimismo histórico, o pragmatismo e o ceticismo epistemológico quanto ao objetivo da ciência de fornecer conhecimento.

Sem uma visão mais robusta da história, o colapso da metafísica fez proliferar as concepções pragmatistas/convencionalistas na ciência, das quais aquelas de Maxwell, na Inglaterra, e de Poincaré, na França, por influência dos trabalhos de Maxwell, são as que mais se destacam. Essas concepções, em sua estratégia de rejeição da metafísica, acabam por rejeitar também os princípios clássicos da unidade lógica da ciência e da sua testabilidade empíricas, reduzindo seu valor, *supra dixit*, a um valor puramente instrumental.

Uma concepção de ciência e uma concepção de história em profunda conexão são dois dos recursos eleitos por Duhem para combater o pessimismo histórico e epistemológico da ciência no final do século XIX¹. Uma das coisas que a história

1 Esse é o mesmo problema que Francis Fukuyama coloca no início de seu livro sobre o século XX. Diz ele: “Podemos afirmar sem sombra de dúvida que o século XX fez de todos nós pessimistas históricos”. E, ao contrário de Duhem, considera o século XIX como otimista, pois “foi um século de paz e crescimento de bem-estar material sem

das ciências, particularmente da física, mostra, segundo Duhem, é que tão logo se construa uma teoria física, surgem diversos contraexemplos². A própria história se parece, então, com um cemitério de teorias, abalada por revoluções, pelo eterno reinício das teorias físicas. Esse espetáculo de surgimento e dissolução, de ascensão e queda de teorias gera um ceticismo quanto à capacidade de nossas teorias proporcionarem algum conhecimento teórico seguro. Duhem descreve tal ceticismo como associada à própria natureza e dinâmica da ciência moderna, da seguinte maneira:

Quando uma nova teoria surge, pode-se vê-la, em poucos anos, multiplicar suas descobertas e dar conta de fenômenos até então desconsiderados e mal compreendidos; posteriormente, encorajada por seus primeiros sucessos, em breve se imagina que as hipóteses sobre as quais repousa são certezas, que sua representação do mundo exterior é a expressão adequada da natureza das coisas; todavia, diante de seu primeiro fracasso, ela desmorona, e os físicos se apressam em varrer suas ruínas de modo a dar lugar a outra teoria que surgirá, por sua vez, apenas para desabar (DUHEM, 1894, pp. 122-123).

O veredicto de Duhem acerca desse ceticismo histórico que emerge da dinâmica da ciência é que não se trata de um problema intrínseco à própria história ou de sua natureza, mas de uma interpretação muito específica do objeto da história da ciência, que é a própria ciência. Trata-se de uma concepção da história baseada numa concepção equivocada de ciência. Ele indica que tal ceticismo também não é inerente à natureza mesma da ciência, mas de um modo particular de compreendê-la: a concepção da ciência que dá origem ao ceticismo é aquela que tem como objetivo proporcionar explicação da causa real dos fenômenos em conformidade com uma concepção metafísica da ciência.

O emprego metodológico dessa concepção de ciência pelo historiador, o leva, inevitavelmente, a conceber a história do desenvolvimento da ciência como uma sequência de ascensões e quedas de teorias científicas, uma vez que a investigação científica tem derrubado todas as pretensões de se encontrarem fundamentos

precedente” (FUKUYAMA, 1992, pp. 1-2). Para criticar e denunciar o infundado pessimismo do século XX, Fukuyama usa das mesmas estratégias de Duhem: uma concepção de história continuista e convergentista, seguindo o modelo de Hegel.

² Algumas vezes, no presente texto, a reflexão sobre a concepção da história em Duhem pode dar a impressão de que esta tem como objeto a história em geral, em sua multidisciplinaridade. Contudo, esta tem por objeto, invariavelmente, a história da ciência, em sua particularidade.

para as causas reais dos fenômenos. As teorias da matéria, na física, ilustram bastante bem episódios como estes.

Outra consequência dessa concepção que ressalta os processos de ascensão e queda de causas metafísicas, além do ceticismo e pessimismo, foi fazer, segundo Duhem, das revoluções e das rupturas os eventos históricos fundamentais, introduzindo discontinuidades no interior da história, ainda que possa não lhe ser intrínseca (CHIAPPIN, 1989; CHIAPPIN & LEISTER, 2009). De fato, ele localiza a origem da discontinuidade inerente da história do desenvolvimento científico em seu objeto, ou seja, na ciência. Seguindo Kant, para Duhem não há fatos, mas fatos interpretados. Portanto, não há ciência, mas, concepção de ciência. Seu enfoque é normativo. Assim, a fonte da discontinuidade e das revoluções na história está na concepção de ciência que o historiador, no caso, o historiador da ciência e, por que não, o historiador das instituições, às vezes de modo imperceptível, faz uso. As concepções científicas dos cartesianos e atomistas, por serem metafísicas em seus compromissos com teorias da matéria, não proporcionam condições de um progresso científico contínuo. Elas estão fadadas a serem abatidas e substituídas por outras que também terão o mesmo destino, criando um processo de eterno recomeço: “também as teorias construídas segundo o método cartesiano e atomista estão condenadas à infinita multiplicidade, bem como ao perpétuo recomeço; elas não parecem estar em condição de assegurar à ciência o consentimento geral e o progresso contínuo” (DUHEM, 1917, p. 152).

Para resolver esse problema do ceticismo/pessimismo histórico emergente da experiência da ascensão e queda de teorias científicas, em primeiro lugar, Duhem, tendo identificado sua fonte na concepção da ciência, substitui a definição de teoria científica como explicação pelas causas pela representação formal das leis. A teoria científica tem por objetivo a construção de uma estrutura formal organizando as leis³. A ciência não deve ter por objetivo encontrar as causas reais e últimas dos fenômenos, mas encontrar princípios formais que organizam as leis empíricas da

3 O método segundo o qual se efetua essa construção é chamado método abstrato, o qual advoga que as teorias, especialmente na física, devem corresponder a uma organização ou classificação lógica das leis experimentais via estruturas matemáticas cada vez mais abrangentes e abstratas sem compromissos com explicações causais. Mais detalhes podem ser encontrados em (CHIAPPIN, 1989).

ciência em uma representação unificada, harmônica e consistente. Não há mais espaço para teorias da matéria, pois trazem a metafísica para o interior da ciência. Duhem compreende que não existe uma natureza intrínseca de ciência, que deve ser descrita, mas sim, que o que entendemos por ciência é uma convenção. Dessa forma, só se pode falar de uma concepção normativa da ciência. Popper seguirá esse mesmo caminho mais tarde.

Duhem propõe, então, uma concepção da ciência como representação ou organização estruturada das leis da ciência, rejeitando a concepção da ciência como explicação causal. Segundo ele, sua concepção pretende estabelecer uma demarcação, por um lado, com a metafísica, ou seja, com a concepção da ciência como explicação causal, e, por outro, com o ceticismo e relativismo associado à concepção da ciência que tem as leis fundamentais como convenções.

A concepção da ciência como representação faz com que tenhamos uma sequência de teorias em que a anterior seja incorporada na que lhe segue, por superação científica. A interpretação da teoria como uma estrutura formal, organizando as leis, permite que cada teoria possa ser incorporada à nova teoria que lhe venha a substituir por força da rejeição experimental. Com essa proposta, Duhem fornece um critério de escolha entre teorias científicas, entre a teoria atual e a anterior, que nela se encontra incluída. Com essa relação de melhor teoria via inclusão, recuperam-se os vínculos de racionalidade na escolha entre elas e de continuidade, que tinham sido abalados pela presença de revoluções e incomensurabilidades.

Em segundo lugar, Duhem constrói uma concepção de história, uma história formal, associada a essa concepção de ciência como representação, exercício que traz a tona, com muita clareza, uma série de componentes e pressupostos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que são requeridos quando fazemos história e que, geralmente, não nos damos conta, revelando, por sua vez, que a concepção da história pode estar fortemente vinculada a muitas outras concepções teóricas envolvidas nesse processo. Em poucas palavras, essa relação entre a história formal e a concepção da teoria da ciência desvela, por uma arqueologia conceitual, a complexidade da construção de uma concepção, como podemos esboçar a seguir.

A história formal ou reconstrução puramente lógica da história da ciência

A concepção formalista, para resolver o problema das discontinuidades na história, recorre à metodologia do método abstrato, que é um instrumento da teoria da ciência de Duhem voltado para a reconstrução das teorias, no intuito de formalizá-las ao estilo da teoria como representação, eliminando os componentes da teoria da matéria e a busca por explicações causais. Essa estratégia de construir uma concepção de história revela sua interpretação de que nossas concepções de ciência são normativas e também que os principais valores de sua teoria do desenvolvimento científico são a continuidade e a racionalidade. Essas teses axiológicas sustentam, implicitamente, a dinâmica do desenvolvimento científico como uma sucessão de teorias formalizadas segundo o conceito de representação, reconstruídas pelo método abstrato, que devem ir se encaixando umas dentro das outras, como bonecas russas, num desenvolvimento cumulativo e contínuo de teorias.

No que diz respeito à concepção formal da história da ciência, ela é, assim, o resultado da aplicação à história de uma imagem da ciência definida pelo método abstrato que se subdivide em dois outros métodos: o método lógico e o método experimental, não havendo aqui nenhum recurso a elementos extralógicos. O resultado desse método para a construção da imagem da ciência é sempre aquele de um sistema formal com definições, proposições e sua organização axiomática. A termodinâmica de potenciais e a mecânica analítica seriam seus paradigmas. A aplicação desse método à história da ciência conduz à reconstrução das teorias científicas em uma linguagem formal, eliminando seus pressupostos metafísicos, teológicos, psicológicos, seus conceitos filosóficos etc. Essa concepção formal da história foi promovida tanto por Duhem quanto por Mach:

Os fundamentos da mecânica e da física teórica devem ser, hoje, inteiramente independentes de todo sistema metafísico, *a fortiori*, de todo sistema teológico; desse princípio, que o Sr. E. Mach formula claramente e várias vezes, nenhum espírito sensato poderia, acreditamos, contestar a legitimidade. Mas a adesão geral dos homens de ciência a ele é um fato muito recente; se remontamos para trás, se reportamos nossos olhos em direção ao passado, reconheceremos que, durante longos séculos, a mecânica e a física estiveram estreitamente ligadas à metafísica, à teologia, através das ciências ocultas (DUHEM, 1903, p. 270).

Tal versão da história constitui-se num importante recurso metodológico tanto do historiador quanto do filósofo da ciência, e pode-se dizer que veio a constituir uma história da ciência associada com a concepção de Mach. Contudo, é importante adicionar, conforme Duhem, que esta não é incondicional, mas, antes, que sua relevância metodológica está condicionada à ser guiada pelos objetivos de revelar o desenvolvimento racional e contínuo da ciência. Essa abordagem formalista da história requer que a metodologia da ciência seja reduzida ao método abstrato, isto é, a uma análise puramente lógica da teoria científica reconstruída em linguagem formal como representação e não explicação (CHIAPPIN, 1989).

Uma vez interpretada a teoria científica como formada desses recursos metodológicos, que significa uma organização axiomática das leis, pode-se explicitar a interconexão entre essas teorias científicas, o que produz a imagem de um crescimento contínuo e racional da ciência, visível na sequência de teorias reconstruídas formalmente, em que a teoria posterior contém a anterior. Com isso, a própria história também é reconstruída formalmente. Isso é relevante metodologicamente se se tem clareza do propósito de tornar patente a continuidade e a racionalidade do desenvolvimento científico por detrás dos aparentes ciclos de ascensão e queda das teorias científicas não formalizadas.

Desse modo, a visão da história como um cemitério de teorias, o espetáculo da formação e dissolução de teorias assombrado por revoluções, é substituída. A concepção de história da ciência resultante do emprego de teorias como representação tem como característica a sucessão de sistemas axiomáticos, na qual cada um engloba o anterior segundo o critério de uma teoria melhor. As teorias que constituem tal sequência são reconstruídas como sistemas axiomáticos puros, nos quais considerações lógicas substituem observações cronológicas. Além disso, todas as hipóteses acerca da constituição da matéria são eliminadas em favor do aspecto representativo. A organização das teorias representativas numa série de teorias melhores torna a acumulação sucessiva de leis empíricas um processo contínuo.

Com respeito a essa concepção de história, como história formal do conhecimento científico, há muitas similaridades entre Duhem e Mach. Entretanto, há também relevantes diferenças. O francês, diferentemente do austríaco, reconhece o anacronismo e a inadequação de se tomar a nova concepção da física teórica, com a ênfase no método abstrato, como um recurso metodológico absoluto a ser empregado numa abordagem geral à história da ciência.

É preciso reconhecer que essa aplicação dogmática do método abstrato na história da ciência produziria uma imagem distorcida da mesma, pois é inegável que haja uma interação incessante, segundo Duhem, entre ciência, metafísica e teologia. Portanto, se se deseja formular uma história mais verídica da ciência, uma história intelectual, deve-se ter em mente que

Essa ação e essa reação incessantes das ciências filosóficas e teológicas sobre a mecânica e a física devem estar constantemente presentes ao espírito daquele que pretende ressuscitar os modos de pensar dos criadores da ciência; se ele perdê-las por um instante de vista, em breve extraviar-se-ia em meio às discordâncias e aos debates sob os quais as leis da filosofia natural perseguiram sua lenta evolução (DUHEM, 1903, p. 270).

Essas últimas considerações de Duhem acerca do escopo da concepção histórica de Mach, proporciona um posicionamento explícito de Duhem sobre outra maneira de fazer história, envolvendo as relações entre filosofia, teologia e ciência propriamente dita, indicando que o método abstrato, que faz tabula rasa desses aspectos extralógicos da ciência para produzir uma concepção formal de história, não é o único recurso metodológico para fazer história da ciência e, portanto, que esta não é única concepção presente em seus trabalhos.

A história intelectual: as teses e regras historiográficas

Há, com efeito, outra visão da história, mais complexa, que leva em conta, ao contrário da anterior, outras determinações do processo científico. Essa abordagem domina os estudos históricos de Duhem, sendo muito menos seletiva em sua perspectiva do que a história formal.

A concepção de uma história intelectual recorre, além do método abstrato, à presença de uma metodologia com recursos extralógicos de sua teoria da ciência, em particular, ao método de escolha de teorias, segundo o qual jamais abrimos mão de uma teoria sem ter uma melhor para colocar no lugar. A versão intelectual da história tem por função proporcionar legitimidade a outras de suas pressuposições epistemológicas, metodológicas e axiológicas que definem sua concepção da teoria da ciência e, ao mesmo tempo, mostrar a evolução dos conceitos, das ideias e dos princípios científicos.

A história intelectual consiste em colocar, hipoteticamente, à história a demanda da evolução dos conceitos, ideias e princípios da ciência. Porém, essa investigação não é feita a cegas e sim por meio de uma metodologia bem específica. Por isso, essa versão constitui uma história da ciência menos seletiva como o é a formal, e muito mais intelectual. Daí a razão de seu nome. Recorrendo à filosofia, à cultura, à teologia, ela busca traçar a evolução histórica de conceitos, ideias e princípios que constituem não apenas a ciência propriamente dita, mas também nossa reflexão sobre a mesma. Ao levar em consideração esses elementos extralógicos, a versão intelectual da história torna-se capaz de explorar a interação entre teologia, filosofia e ciência, a ação e reação entre essas áreas, seus desacordos, influências, debates, erros e preconceitos, que se encontram conectados com o estabelecimento de ideias científicas em sua lenta evolução. *In verbis*: “as teorias da física moderna nasceram de uma reação contrária à filosofia escolástica; seria impossível compreender a geração das mesmas, desvendar a lei de sua evolução se se abstrair das doutrinas filosóficas que elas pretendiam suplantar” (DUHEM, 1896, p. 463).

Duhem emprega – e aqui está a função da história para a sua teoria da ciência – essa versão da história da ciência para legitimar e justificar suas teses epistemológicas e regras metodológicas sobre a ciência. Ele segue, nesse aspecto, a tradição do filósofo francês A. Comte, tal como Lakatos e Laudan muito mais tarde. Denominamos seu compromisso com essa função da história relativamente à sua metaciência, em ambas as versões, sua primeira tese historiográfica (TH-1). Com efeito, ele afirma explicitamente: “Todo pensamento abstrato tem necessidade do controle dos fatos; toda teoria científica apela à comparação com a experiência; nossas considerações de lógica sobre o método próprio à física não podem ser adequadamente julgadas se não forem confrontadas com os ensinamentos da história” (DUHEM, 1917, p. 158).

Assim, de modo inequívoco, por seu próprio testemunho, Duhem toma como função da história a de proporcionar os meios de testar empiricamente as afirmações epistemológicas e metodológicas de uma teoria da ciência. Em outro lugar (CHIAPPIN & LEISTER, 2009), foi mostrado que, para Duhem, a história é ciência empírica e hipotética, mas, não dedutiva. Assim, sem poder contar com a fundamentação metafísica da ciência, Duhem a substitui pela história na tentativa de justificar sua interpretação da concepção da ciência como normativa e conven-

cional. A história se ajusta de maneira mais apropriada à natureza dinâmica do conhecimento científico. Caracterizamos esse compromisso com a história como uma abordagem naturalista ao problema da legitimidade e objetividade das metodologias científicas.

Diversos aspectos de suas análises históricas se encontram envolvidas com reflexões filosóficas acerca da natureza da concepção de ciência. Isso pode ser testemunhado em várias de suas obras, como *Les théories de l'optique* (DUHEM, 1894), *Les théories de la chaleur II* (DUHEM, 1895b), *L'Évolution des théories physiques du XVII siècle jusqu'à nos jours* (DUHEM, 1896), *To save the phenomena* (DUHEM, 1985) e muitas outras. Essa versão da história da ciência, que complementa a história formal, é articulada através de um complexo *corpus* metodológico, subjacente à concepção da história, cuja composição tentamos descrever por meio de teses historiográficas e regras metodológicas que definem uma imagem continuísta e evolutiva da história. As revoluções devem ser evitadas e, assim, implicitamente, estamos diante de uma concepção normativa da história, cuja metodologia é construída a partir da identificação do objeto da história da ciência, como o texto a seguir revela:

Aquele que gosta das coisas antigas porque são velhas poderia satisfazer sua curiosidade investigando o que os egípcios ou os gregos pensaram sobre o mercúrio ou sobre o ímã; mas o homem de ciência não encontra, na marcha de suas doutrinas, qualquer evolução contínua, qualquer encadeamento lógico; *ora, é essa evolução, é esse encadeamento que nos interessam na história da física* (DUHEM, 1894, p. 94; os itálicos são nossos).

Há dois pontos importantes nessa passagem. O primeiro é que Duhem considera como o objeto próprio da história da ciência, como história intelectual, sua evolução. Ou seja, a história intelectual deve procurar traçar a evolução contínua dos conceitos, ideias e princípios que constituem a ciência. Além disso, essa evolução possui uma característica particular: forma uma cadeia, um encadeamento lógico. O segundo ponto é que Duhem, em 1894, não estendia a aplicação do princípio da continuidade do desenvolvimento da ciência para além dos tempos modernos. Nesse mesmo artigo (DUHEM, 1894), ele indica que a continuidade do desenvolvimento científico se inicia no século quinze. Os gregos e os egípcios estão excluídos dessa evolução, exceto quanto a tópicos particulares. No seu entender, por

exemplo, a teoria ótica começa com Descartes, e não antes. Mais tarde, ele estendeu o princípio da continuidade para toda a história.

Como vimos, a continuidade se estabelece através de uma série de teorias físicas cada vez mais amplas, capturadas pela concepção formalista da história. Em outra passagem, mencionada abaixo, ele reafirma a racionalidade dessa evolução, mas acrescenta, implicitamente, que ela não pode ser revelada apenas através do uso do método abstrato. Duhem defende que a racionalidade do desenvolvimento científico requer a interpretação do método da ciência como envolvendo elementos extralógicos: “Mas o estudo dos procedimentos através dos quais as ciências físicas progredem não lhe revela [ao físico enquanto tal], *a base racional completa dessa evolução*” (DUHEM, 1974, p. 296; os itálicos são nossos).

Tanto a concepção empirista clássica de ciência, representada por Newton, quanto a concepção pragmatista/convencionalista, representada por Poincaré, assumem que a análise lógica e o método empírico – componentes do método abstrato –, constituem os únicos meios legítimos para avaliar criticamente a teorização científica. Duhem considera, em oposição ao segundo desses dois grupos, que a metodologia da ciência requer um método de escolha de teorias que envolva recursos extralógicos. A concepção de racionalidade de Duhem é mais complexa do que a interpretação positivista, tutelada por essas duas concepções de ciência. Popper, Kuhn e Lakatos vão seguir o mesmo caminho de Duhem sem, contudo, revelar sua verdadeira origem.

Duhem conduz uma crítica implícita à insuficiência da proposta pragmatistas/convencionalistas para recuperar e dar conta da noção de progresso científico destruída pelas concepções positivistas. Com efeito, a visão convencionalista/pragmatista, que tem no método abstrato seu único recurso metodológico, acerca de como dar conta da base racional da evolução científica, é tão limitada quanto sua descrição da própria teorização científica: a imagem da história da ciência é de um acúmulo de fatos (empíricos) que vai exigindo, por rupturas constantes, a ampliação do cemitério de teorias.

Duhem defende, através dos valores epistemológicos por ele adotado, que há racionalidade e continuidade na evolução da ciência, mas que o método abstrato é insuficiente para revelá-lo. Para tanto, faz-se necessário uma redefinição do método de avaliação e escolha de teorias que, além de elementos experimentais e lógicos, deve conter também elementos extralógicos. Assim, a continuidade evolutiva

dos conceitos, ideias e princípios se dá dentro de um ambiente em que a racionalidade é ampliada por elementos extralógicos.

Os critérios empregados se baseiam na teoria da escolha e na definição de “teoria melhor” elaborada a partir da ideia de teoria científica como representação, junto com o estabelecimento de um método crítico que depende de elementos extralógicos como valores, padrões e teses metafísicas que transcendem as restrições lógicas e empíricas. Uma dessas teses metafísicas é a tese da teoria transcendental que afirma a existência de uma teoria ideal isomorfa à natureza do mundo. A racionalidade e continuidade da história da ciência deve fazer o desenvolvimento científico convergir para essa teoria ideal.

A semelhança com a teoria da história de Marx não deve surpreender. Essa história intelectual, contudo, só pode ser construída com as características de racionalidade e continuidade se se aplicar recursos apropriados que são descritos aqui como teses historiográficas e regras metodológicas, as quais formam um discurso do método do historiador comprometido com essa imagem de história intelectual.

As teses historiográficas que subjazem ao estudo de história intelectual de Duhem conferem um *corpus* metodológico cuja aplicação na construção e reconstrução histórica permitem a busca pela racionalidade e pela continuidade do desenvolvimento científico. Somente para recordar, a TH-1 se refere ao uso da história, seja na versão formal seja intelectual, como meio para justificar concepções epistemológicas sobre a ciência.

A segunda tese historiográfica, TH-2, consiste no princípio da continuidade da história, segundo o qual uma teoria científica não é o produto súbito de uma criação. Pelo contrário, é o resultado de um lento e progressivo processo evolutivo. Esse princípio afirma, portanto, que não há revoluções, criações, origens genuínas na história, mas evoluções lentas e longamente preparadas dos conceitos, das ideias e dos princípios. Trata-se de uma tese antirrupturas, antirrevoluções, antimutações intelectuais, que estabelece a evolução contínua dos conceitos e teorias, submetidas, porém, a reinterpretções para serem transformadas em representações e eliminadas suas características de explicações. Duhem afirma, por exemplo, que o desenvolvimento da mecânica, dos seus conceitos e princípios, representa uma ilustração dessas ideias: “A ciência mecânica e física, das quais com justiça se orgulham os

tempos modernos, resultaram, através de uma série ininterrupta de aperfeiçoamentos pouco perceptíveis, de doutrinas professadas no seio das escolas da Idade Média; as pretensas revoluções intelectuais não foram, na maioria das vezes, senão evoluções lentas e longamente preparadas” (DUHEM, 1905, pp. iii-iv).

Esse princípio é interpretado, por exemplo, em *Les Théories de l'optique*, como definindo a continuidade do desenvolvimento científico, isto é, como um processo de acúmulo de teorias que incorporam as anteriores. Nesse contexto, a teoria T_{i+1} , reconstruída como representação, no interior de uma sequência progressiva de teorias, se relaciona com T_i da seguinte maneira: (i) T_{i+1} dá conta de todas as leis empíricas que T_i descreve; (ii) T_{i+1} dá conta de eventos que T_i não pode descrever. A concepção de continuidade preconizada por Duhem define uma postura conservativa quanto ao desenvolvimento científico, no sentido em que novas teorias físicas englobam e preservam leis bem estabelecidas (DUHEM, 1893b, p. 124; 1895a, p. 27; 1895b, pp. 392-393). Esse aspecto da continuidade é capturado pela tese da acumulação.

No entanto, deve-se lembrar que a física teórica é mais do que um conjunto de leis físicas; ela é também a ordem segundo a qual essas leis estão organizadas. Assim, a continuidade do desenvolvimento científico deve também ser expressa no nível teórico pelo desenvolvimento progressivo de teorias mais abstratas e generalizadas com poder crescente de unificação. Esse progresso contínuo, pela construção de estruturas mais abstratas e amplas, que contém as estruturas anteriores, leva Duhem a pensar, então, em um realismo não de entidades, mas de estruturas, um realismo estrutural. A implementação dessa concepção realista estrutural requer novas teses metafísicas.

Os exemplos oferecidos para ilustrar esse fato são os recursos matemáticos da mecânica newtoniana. Primeiro a mecânica vetorial e depois os recursos provenientes da mecânica analítica e sua organização em torno do princípio do trabalho virtual. Esse progresso de teorias abstratas pode ser caracterizado através dos recursos da teoria de conjuntos, com a relação de inclusão entre estruturas matemáticas. Consideramos a abordagem que Arnold apresenta da mecânica um exemplo do que Duhem entende por progresso contínuo de teorias abstratas (ARNOLD, 1980, pp. 53, 61). As estruturas que contêm as leis científicas, geradas pelo princípio da ação mínima, que é a estrutura lagrangeana e hamiltoniana da mecânica, estabelecem a ordem segundo a qual as leis são organizadas.

Esse princípio de continuidade afirma também que a teoria física progride através de amplitude crescente. Essa tese é preta de força metodológica. De fato, algumas recomendações metodológicas sobre como construir a história brotam desse princípio, cuja aplicação e operacionalização, porém, são calibradas por meio de regras que denominamos regras historiográficas (RH):

(a) RH-1. Todas as descobertas importantes e formidáveis foram produtos de um longo e lento período de preparação e evolução.

(b) RH-2. Gênios e inventores são antecidos por precursores. Os conceitos, ideias e princípios são o resultado de um lento desenvolvimento.

(c) RH-3. Não há lugar para erupções súbitas, descontinuidades ou revoluções na história: entre duas ideias há ideias intermediárias.

(d) RH-4. O papel do historiador da ciência consiste em construir a continuidade das ideias, encontrando em autores prévios aquilo que autores posteriores tencionavam defender por si mesmos. E como desdobramento dessa regra exige também que:

(d.1) RH-4.1. O historiador deve buscar predecessores, ideias intermediárias, origens obscuras e a filiação de ideias (AGASSI, 1967, pp. 31-40).

(d.2) RH-4.2. O historiador deve encontrar o germe das invenções, conceitos, ideias e princípios e, em certos casos, não apenas o embrião dos mesmos, mas as próprias descobertas, nos trabalhos de cientistas anteriores.

(d.3) RH-4.3. O historiador deve estabelecer as ideias intermediárias entre dois autores, ou mesmo entre duas ideias, tais como aquelas que se encontram entre o conceito de ímpeto e o de inércia, na passagem da física escolástica para a moderna.

(d.4) RH-4.4. O historiador deve indicar os equívocos, dificuldades, explicações falaciosas, experimentos frustrados e confusões de palavras, para remover os obstáculos que se colocam diante do estabelecimento dos conceitos, leis e teorias corretas.

As regras acima têm a função de normatizar o trabalho do historiador, que tenha um mínimo de compromisso com uma visão continuísta da história. Contudo, a TH-2 necessita de um complemento que especifica a natureza dessa continuidade, a saber, esta se dá por estágios em que cada estágio decorre do anterior. Esta é a tese da evolução ou terceira tese historiográfica (TH-3), segundo a qual cada estágio dessa evolução é o corolário natural dos estágios precedentes. Duhem afirma-a, no contexto de sua análise histórico-crítica do desenvolvimento da mecânica: “O desenvolvimento da mecânica é, portanto, propriamente falando, uma *evolução*; cada estágio da mesma sendo o corolário natural dos estágios que a precederam” (DUHEM, 1980, p. 188).

Sobre essa tese repousa a racionalidade da conexão entre diferentes momentos do desenvolvimento científico, no sentido que, na série de teorias físicas que o compõe, cada teoria se relaciona com as anteriores por uma cadeia lógica. Interpretamos a presente tese como tendo a função de estabelecer o controle da mudança de teorias e, portanto, caracterizando a racionalidade no processo do desenvolvimento científico. Isso significa (i) que as transições de uma teoria para outra são mudanças para a melhor e, inversamente, (ii) que qualquer teoria na sucessão se relaciona com a anterior através da ideia de uma teoria melhor. Embora os conteúdos desses dois pontos sejam quase idênticos, essa diferenciação tem o propósito de destacar as perspectivas próprias de dois grupos envolvidos nesse processo. Na forma (i), a perspectiva dos cientistas é propor uma teoria que abarque a anterior e dê conta de um fato ou problema novo. Na forma (ii), a perspectiva do historiador da ciência, ao observar uma teoria específica, é pôr em relevo a série de teorias que levou a ciência até aquele estágio.

Além disso, essa sucessão estabelece o sentido do conceito de melhor teoria, definido em termos da acumulação de leis físicas. Isso leva a uma visão pragmática do progresso, isto é, como acúmulo de leis empíricas. Tal progresso possui um valor prático. Esta constitui a quarta tese historiográfica (TH-4) ou simplesmente tese da acumulação. A evolução da ciência, no caso, da física, através do desenvolvimento de teorias mais abstratas e generalizadas, define o aspecto epistêmico da noção duhemiana de progresso; e este é, por sua vez, o conteúdo da quinta tese historiográfica (TH-5).

As teses anteriores viabilizam a construção da ideia normativa de concepção do desenvolvimento do conhecimento científico como contínuo através do acúmulo de teorias em que cada nova teoria deve incorporar os resultados bem estabelecidos das anteriores. Por exemplo, conforme a tese da acumulação (TH-4), as teorias físicas evoluem englobando cada vez mais leis empíricas, o que vem a constituir um recurso para tornar quantitativo e operacional o processo de avaliação e escolha de teorias. Uma teoria melhor é uma teoria mais ampla, isto é, uma teoria que contém mais leis empíricas. Essa tese operacionaliza, então, a ideia de progresso como a amplitude cada vez maior das teorias físicas segundo um sistemático acúmulo ou encaixe de estruturas que organizam de modo formal as leis empíricas.

Ao encaixe de estruturas formais associa-se um aspecto prático no sentido de se passar a dispor de um meio para organizar logicamente e de modo simplificado de todas as leis empíricas obtidas pela investigação científica. De fato, para Duhem, a teoria científica é um instrumento, que, no nível de sua concepção da ciência como representação, viabiliza a noção de progresso conforme detalhado no parágrafo anterior. No entanto, Duhem não pode ser contado entre aqueles que defendem uma concepção pragmatista/convencionalista da ciência. Ao contrário, ele se posiciona epistemologicamente como uma realista, segundo um realismo metafísico, e não um realismo científico (das entidades das teorias físicas), avaliável pelos métodos científicos. Não se pode combater o pragmatismo/convencionalismo no domínio puramente científico; é preciso contar com pressupostos extralógicos. Esse é o papel a ser desempenhado pela TH-5.

Com efeito, a TH-5 estabelece que o fazer da história deve estar comprometido com um valor objetivo, e não apenas prático, do objeto de sua investigação, que é o desenvolvimento das teorias científicas. A história da ciência deve recuperar e revelar o valor objetivo da ciência através do estudo de seu desenvolvimento, pois a natureza do conhecimento científico se revela no seu processo histórico. O valor objetivo da ciência foi perdido quando se estabeleceu a demarcação entre ciência e metafísica. Porém, esta é uma abordagem lógica e estática. A outra dimensão da ciência está em sua dinâmica que só pode ser apreendida por sua história. A ciência como representação formal das leis só pode associar valor prático à concepção da ciência. Segundo Duhem, é na história da dinâmica das teorias científicas que deve-

mos reencontrar o valor objetivo, perdido com o colapso da fundamentação metafísica da ciência. A história do desenvolvimento científico nos revela como o conhecimento científico se superpõe a outros domínios do conhecimento como a filosofia e a teologia.

Conforme a TH-5, existiria uma teoria física ideal, um pressuposto de uma teoria transcendental, definida como classificação natural das leis empíricas, que serviria de ideia reguladora para conduzir o cientista na construção das teorias científicas como representações. Sob esse parâmetro, as teorias científicas devem se aproximar da teoria ideal, fazendo com que as teorias científicas reais reflitam cada vez mais a estrutura real do mundo.

Dessa forma, essa tese é tanto uma tese ontológica quanto axiológica, pois tanto institui uma estrutura real cuja representação constitui o escopo da ciência em sua evolução paulatina, quanto assegura a incorporação de valores, que devolvem à ciência certa aura de episteme em seu sentido grego, isto é, como conhecimento objetivo; em particular, que a ciência que a história investiga é uma ciência que está comprometida com o valor objetivo da verdade.

É uma tese que formaliza a concepção duhemiana da história do desenvolvimento científico como um processo racional. Efetivamente, não se pode falar de racionalidade do processo científico sem se comprometer com a verdade e, principalmente, que esse valor objetivo seja substancializado numa teoria ideal do mundo natural, cuja busca constitua sempre o objetivo do conhecimento. A TH-5 estabelece a direção para a qual se espera que uma teoria física se desloque ao longo da evolução contínua da ciência; define a teoria física ideal como uma classificação natural. Claramente, a realidade da teoria ideal é uma aplicação da teoria da correspondência da verdade com foco no progresso contínuo da ciência física e na convergência do desenvolvimento para uma teoria ideal, que reinsere a atividade científica de produção de conhecimento num contexto de objetividade.

Portanto, a dinâmica subjacente a TH-5, que preconiza estruturas cada vez mais abrangentes de leis empíricas por meio das quais se vislumbra um processo de aproximação para uma teoria ideal, constitui uma teoria da convergência para a verdade como forma de apreensão indireta da mesma, em coerência com a visão gnoseológica dos sujeitos do conhecimento como falíveis. Esta é a tese do realismo estrutural do mundo.

A próxima tese explicita o que já implicitamente encontrava-se nas teses anteriores e está relacionada com a característica da evolução contínua das teorias físicas: a evolução se dá por acúmulo em que as novidades (experimentais) são incorporadas por estruturas mais abrangentes que as anteriores até atingir a classificação natural de todas as leis empíricas. A sexta tese historiográfica (TH-6) assevera, então, ser a busca da verdade, cuja expectativa é instaurada pela TH-5, o objetivo de qualquer teoria física. Trata-se de uma tese epistemológica que descreve a teoria de Duhem da convergência da verdade. Portanto, a TH-6 consolida a natureza do progresso científico, já que uma teoria progride na medida em que se aproxima cada vez mais da teoria ideal, classificação natural das leis físicas e reflexo da realidade, o que não é viável senão sob o compromisso correspondentista da verdade.

Esse conjunto de teses – combinação de teses ontológicas, epistemológicas e axiológicas que formam uma metafísica em sentido próprio⁴ – forma a teoria duhemiana do progresso que se torna viável apenas por meio de uma reconstrução da história intelectual. Esta teoria, por sua vez, é parte de seu projeto de proporcionar racionalidade à história. Tal conexão entre racionalidade e progresso é reiterada para que o desenvolvimento científico não seja um acidente ou um milagre, mas o resultado de um plano e de um objetivo controlável. Nessa teoria do progresso, sabe-se o que é uma teoria melhor, possuem-se critérios e padrões para se dizer quando uma teoria constitui um avanço com respeito a outra, e espera-se que: “Na medida em que a teoria física progride, ela se torna cada vez mais similar a uma classificação natural que é seu fim ideal” (DUHEM, 1974, p. 298).

Essa afirmação constitui um dos mais importantes pronunciamentos epistemológicos de Duhem e envolve a pressuposição de uma concepção teleológica da história do desenvolvimento científico, segundo a qual a dinâmica do conhecimento se dá pelo progressivo aproximar-se a uma teoria ideal, representando o mundo dos

4 Duhem compreende a metafísica e sua relação com a ciência em, pelo menos, dois sentidos. No primeiro, abordado anteriormente, a metafísica constitui o fundamento da ciência, especialmente da física, seja por impor uma teoria da matéria, seja por exigir o recurso a causas nas explicações. Ele abomina essa concepção e atribui à mesma a razão do colapso da ciência moderna como empreendimento racional e contínuo. No segundo, a metafísica consiste no conjunto de teses que transcendem o método abstrato – ou seja, são recursos para além da lógica e da empiria, e que são fundamentais para a construção de uma concepção normativa de ciência e de sua história. É nesse sentido que entendemos que as teses ontológicas, epistemológicas e axiológicas constituem uma metafísica, sem a qual a ciência não pode ser erigida.

fenômenos naturais, e isso, de modo racional e contínuo. É o modo como Duhem se posiciona contra o pessimismo e ceticismo epistemológico das concepções positivistas que recusavam, no seu objetivo de estabelecer uma demarcação entre ciência e metafísica, a possibilidade da ciência gerar conhecimento objetivo, atribuindo aos produtos da ciência uma função apenas instrumental.

A concepção da história como contínua e racional é um componente metodológico chave na estratégia duhemiana de defesa da ideia de um valor objetivo para a ciência. Esse valor objetivo da ciência encontra-se não em uma concepção estática da ciência, mas em uma teoria dinâmica do conhecimento científico. Nota-se, por isso, o estabelecimento, por um lado, da limitação do método empírico para capturar essas dimensões da ciência, coisa que um cientista enquanto cientista não pode fazer, e, por outro, a importância dos elementos extralógicos de sua concepção da ciência, como a teoria da convergência da verdade para atribuir racionalidade à evolução da física. Sem essa teoria, a racionalidade da história do conhecimento seria ininteligível. Nas palavras de Duhem: “O método físico é impotente para provar que essa afirmação [acerca da tendência em direção à teoria ideal] é justificada, mas se ela não o fosse, a tendência que dirige o desenvolvimento da física permaneceria incompreensível” (DUHEM, 1974, p. 298).

Isso significa que o uso de pressupostos transcendentais, aceitos pela teoria da ciência de Duhem, revela-se crucial para a articulação da racionalidade da história do desenvolvimento científico, bem expresso na passagem: “Assim, para encontrar o direito de estabelecer sua legitimidade [a tendência em direção à teoria ideal], a teoria física tem que demandá-la da metafísica” (DUHEM, 1974, p. 298).

A visão de Duhem sobre a história é a de um erudito, de um filósofo e de um polemista. Decerto, ele compara textos, confronta autores, descobre novas fontes e livros, além de propor correções e datas. Ele ainda busca os primeiros predecessores e inventores. Orientado por seus princípios historiográficos, estabelece conexões e ideias intermediárias, encontrando, sobretudo, novas evidências. Por exemplo, foi Thomsen, e não Berthelot, o primeiro a propor o princípio do trabalho máximo (DUHEM, 1893b, p. 47; 1897, pp. 7-14). Seu trabalho sobre Leonardo da Vinci (DUHEM, 1906b), bem como seus estudos sobre as origens da estática (DUHEM, 1905; 1906a) representam ilustrações exemplares do caráter erudito de sua obra.

Entretanto, esse aspecto se encontra de maneira mais acentuada em *Le système du monde* (DUHEM, 1954), onde é detalhada a evolução das concepções cosmológicas de Platão a Copérnico. Sua história da ciência é também o trabalho de um filósofo que proporciona à história princípios de racionalidade e de organização, que usa a história para instruir-se. Esta é, de maneira mais adequada, a característica de *Les théories de la chaleur II* (DUHEM, 1895b), *Les théories de l'optique* (DUHEM, 1894) e de *To save the phenomena* (DUHEM, 1985).

Não se deve esquecer, também, que sua história, algumas vezes, é a história de um polemista. Por exemplo, ele escreveu *Introduction à la mécanique chimique* (DUHEM, 1893b) para criticar a insistência de Berthelot em compreender a química como governada pelo princípio do trabalho máximo, quando essa proposta já havia sido superada pela termodinâmica de potenciais (DUHEM, 1897, pp. 5-36). O princípio do trabalho máximo funciona bem para baixas temperaturas, mas não pode ser aplicado a reações envolvendo altas temperaturas. Berthelot, que se apresentava como o descobridor desse princípio, era o “lorde” poderoso da ciência, na França de 1893. Duhem apela para o desenvolvimento histórico da termoquímica para mostrar que esse princípio não foi descoberto por Berthelot, mas por Thomsen (DUHEM, 1893b, p. 47; 1897, pp. 7, 14). Ele também critica outros pensadores franceses que tentavam apropriar-se da noção de potencial termodinâmico, desenvolvida nos Estados Unidos por Gibbs. Duhem foi um dos mais importantes divulgadores da visão gibbsiana da termodinâmica na França, e dali para toda Europa.

Entre as várias contribuições históricas de Duhem, há uma particularmente importante, sobre a qual existem interpretações equivocadas, que acarretam graves consequências para a compreensão de sua proposta sobre a ciência e a física teórica. Duhem contribuiu, com seu princípio de continuidade, para a destruição do mito da Idade Média como a “idade das trevas”. Todavia, não é menos verdade que o interesse de Duhem pelos estudos medievais surgiu tarde em seu trabalho. Inquestionavelmente, foi somente depois que suas concepções de teoria física e de história da ciência já tinham suas características mais importantes desenvolvidas é que ele se dedicou a esse tema.

Com efeito, a maior parte de seus estudos conceituais sobre a ciência e a história já estavam escritos em 1905, quando apareceu seu estudo sobre as *Origines de la statique* (DUHEM, 1905; 1906a), no qual examina propriamente certos tópicos

medievais. Nesse trabalho, entre outros aspectos, ele estabelece os predecessores de Galileu e a continuidade do desenvolvimento da mecânica, através do princípio da alavanca como a origem do princípio das velocidades virtuais, a partir da ciência grega até a mecânica medieval. Portanto, aqueles que afirmam com Jerzy Giedymin que “a filosofia da ciência de Duhem estava baseada em sua pesquisa sobre a história e a física de Platão a Galileu” (GIEDYMIN, 1982, p. 51) estão enganados. Ao contrário, seus estudos sobre a história da ciência medieval são o resultado de sua concepção sobre o desenvolvimento histórico da ciência e de sua proposta de que a história possui a função, entre outras, de legitimar nossas concepções acerca do conhecimento científico.

A história do desenvolvimento da ciência ao longo do período medieval proporciona a Duhem a oportunidade de construir e estabelecer uma tradição para sua concepção de ciência teórica. Laudan vai, mais tarde, construir uma metodologia desse comportamento, até natural aos cientistas, de construir uma tradição para as suas propostas. Aqueles que pretendem buscar as origens da concepção duhemiana de teoria física como um sistema racional de representações, bem como sua concepção acerca da continuidade do desenvolvimento científico, devem examinar seu trabalho científico, em particular, suas considerações acerca do princípio do trabalho virtual e do formalismo lagrangiano. Ambos constituem as verdadeiras fontes dos principais tópicos da filosofia e da história da ciência de Duhem.

Hegel, Marx e Duhem

Como fecho, é importante advertir que a reflexão da história desenvolvida aqui não é exclusiva da história do conhecimento científico. Ao contrário, a concepção da história e da metodologia de Duhem apresenta grandes similaridades com a concepção hegeliana e marxista da história e com suas implicações políticas. A concepção hegeliana da história é também convergentista e tem como fim último o estado homogêneo e universal. Semelhantemente, Marx, que se apossou da concepção hegeliana, propõe uma teoria dinâmica da sociedade. Portanto, Duhem e Marx partilham a concepção teleológica da história de Hegel. Para Duhem, a dinâmica do conhecimento científico é dirigida para uma teoria ideal que consiste na organização formal de todas as leis da natureza e, nesse sentido, constituiria uma representação natural do mundo. Para Marx, a história das sociedades é dotada de uma dinâmica

que deverá também conduzi-las a uma sociedade ideal – que, por ser ideal, é uma teoria –, a sociedade comunista, concretizando o que abstratamente seria o Estado homogêneo e universal de Hegel.

A teoria ideal, em ambos os autores, é um fim inatingível, ao qual, porém, pode-se ir aproximando sistematicamente de maneira assintótica. A dinâmica dessa aproximação é a história. Essa teoria ideal exerce sobre as concepções de ciência e de história, uma função epistemológica fundamental, que é a de dotar a história de racionalidade e também de continuidade. Tal história, por sua vez, inspira, como mostramos no caso de Duhem, a teoria da ciência. Em ambos os autores, há uma mudança radical em relação à concepção clássica de conhecimento. Efetivamente, Duhem pretende substituir o emergente ceticismo/pessimismo histórico, proveniente do colapso da metafísica, por uma epistemologia otimista. A estratégia é uma genial inversão epistemológica da forma como se dá a apreensão do conhecimento.

Na concepção metafísica proposta, por exemplo, por Descartes, a ciência tem por natureza que o conhecimento é conhecimento certo e, por objeto, a verdade. Para isso, o sujeito do conhecimento está aparelhado epistemologicamente para a apreensão direta da verdade como conhecimento certo. Dessa forma, a verdade apreendida por um indivíduo infalível, de modo direto como conhecimento certo, é colocada nos axiomas, e, daqui, por sucessivas deduções, seguem-se as demais verdades, como teoremas. A verdade estaria nos primeiros axiomas de onde é difundida, por processos lógicos, por todo o sistema do conhecimento. Trata-se da teoria da cascata da verdade. Temos aqui a fundamentação metafísica do conhecimento segundo o modelo geométrico e a construção de um sujeito transcendental, segundo a denominação kantiana.

Essa concepção do conhecimento científico e suas bases epistemológicas foram abaladas pela análise epistemológica de Hume quanto à natureza das proposições que constituem o conhecimento. Essa análise mostrou que essas proposições dependem da experiência e não tem seu valor de verdade apreendidas ou decididas de outra forma que pela experiência. Segundo Hume, todo nosso conhecimento provém da experiência. O sujeito do conhecimento é um sujeito psicológico e não o sujeito transcendental de Descartes, ainda que Kant tenha insistido nessa solução para rejeitar as consequências da análise de Hume e garantir que o conhecimento é conhecimento certo. O sujeito de Hume é um sujeito falível. Mas, como golpe no

projeto de Kant, o próprio desenvolvimento científico mostrou que, teorias consideradas anteriormente como verdadeiras, revelaram-se falsas e foram rejeitadas. Reafirmou-se assim que o sujeito do conhecimento é um sujeito falível.

A teoria do calórico foi aceita como refutada, mas rejeitada apenas mais tarde quando emergiu uma nova teoria do calor, a teoria mecânica do calor. Dessa forma, consolidou-se a interpretação de que a natureza do conhecimento é hipotética e não conhecimento certo. A avaliação do conhecimento hipotético depende do teste com a experiência, o que pode ser feito apenas por meio de consequências empíricas. Não há mais avaliação direta das hipóteses principais das teorias científicas. A análise lógica do procedimento de teste da teoria ou das hipóteses mostrou que não há possibilidade lógica de garantir que uma teoria ou uma hipótese seja verdadeira, mas apenas resistente provisoriamente aos testes. O problema epistemológico que emergiu, então, concerniu a compatibilização do conhecimento hipotético com a noção de verdade e esta com o sujeito falível incapaz de ter acesso direto a ela.

A solução de Hegel, Marx e Duhem foi a mesma: a verdade, o conhecimento verdadeiro, não está mais no início do sistema, uma vez que o sujeito é falível e não tem acesso direto à ela; mas está no final, como resultado de uma dinâmica do conhecimento de natureza hipotética que é sucessivamente submetido a testes como impulso para hipóteses sempre melhores. Como o sujeito é falível, ele só pode propor hipóteses sobre a regularidade dos fenômenos, e, então, apenas por meio de testes, controlados por suas consequências, encontrar resistências ou refutações, e, quando de rejeições, então, proceder a substituições por novas hipóteses mais amplas. Essas novas hipóteses, ou teorias melhores, para serem aceitas deveriam explicar tudo que foi explicado pela hipótese anterior, e, ainda, explicar aquele fato que não tinha sido explicado pela hipótese anterior. Para Duhem, esta era a dinâmica do conhecimento que levava à busca por uma nova hipótese ou teoria sempre melhor e que teria fim na convergência assintótica, se bem conduzida metodologicamente, para a teoria ideal que ele interpretava como sendo uma classificação natural e representaria a organização final de todas as leis empíricas.

Hegel diria que a antiga hipótese era a tese, o fato não explicado, que constituía uma oposição à antiga hipótese, que, por sua vez, seria uma antítese, e, a nova

hipótese, a síntese, pois objetivava explicar o que já tinha sido explicado mais o fato não explicado. Esta é a dinâmica dialética⁵.

A origem dessas soluções é exatamente um novo modelo de organização do conhecimento que consistia em uma dinâmica que substituiu o antigo modelo de conhecimento, o modelo geométrico. A fonte dessa nova teoria do conhecimento, como dinâmica, coincide com os novos instrumentos matemáticos de estudo das leis da natureza: as equações diferenciais. A solução de uma equação diferencial é uma função do tempo ou, em outros termos, uma trajetória que pode se aproximar, sob certas condições, de um estado particular, denominado estado de equilíbrio estável, que é uma trajetória que não depende do passar do tempo, pois permanece sempre no mesmo estado. O estado de equilíbrio ou estado estacionário como solução e sorvedouro das soluções de uma equação diferencial é o novo modelo de organização do conhecimento. Ele substitui o modelo geométrico. As trajetórias, que são soluções das equações, e que conduzem ao estado de equilíbrio, que é uma solução estacionária, quando o tempo cresce indefinidamente, são representadas pela dinâmica histórica.

A ocupação de diferentes estados do mundo em diferentes momentos do tempo, que é o que temos com as trajetórias, vem a ser entendida analogamente como a História. A reflexão sobre a natureza da história, como associada a uma trajetória, faz ver nela, inclusive, a possibilidade de desempenhar o papel de substituir a metafísica como fonte de legitimidade do conhecimento, ao menos do conhecimento filosófico. As concepções marxista, hegeliana e duhemiana da história refletem este novo modelo de organização do conhecimento, que tem na racionalidade, na continuidade e na teoria da convergência para a verdade seus principais princípios. Duhem procura elaborar com detalhe a operacionalização e aplicação da história intelectual que tem por objeto a evolução contínua dos conceitos para im-

⁵ Este assunto exigiria maior atenção. Para alguns comentadores de perfil marxista, por exemplo, há divergência sobre a natureza da história enquanto processo contínuo ou ruptura. Para os defensores da segunda posição, a não redutibilidade à tese e à antítese é evidência da novidade original da síntese, dinâmica que daria lugar a rupturas e revoluções (MANGOLIN, 2018). Por outro lado, Althusser reconheceu a “ambiguidade reacionária ou revolucionária da dialética” em Marx (ALTHUSSER, 1986, p. 40). Servindo-nos da brecha aberta por essa ambiguidade é que propomos a aproximação entre Hegel, Marx e Duhem e exploramos os pontos de contato de uma compreensão contínuista e racional da história.

putar organização racional, continuidade e convergência nos estudos das ideias científicas. Em todos os estudos históricos conduzidos por esse autor, podemos verificar a presença das teses e regras identificados acima. Resta ver se podemos encontrar essas mesmas teses, regras e os dois tipos de história (formal e intelectual), com suas funções e natureza, ainda que ajustados aos domínios diferentes do conhecimento, em Hegel e em Marx.

Conclusão

Na versão formal, a história da ciência é reconstruída por teorias axiomatizadas cada vez mais abrangentes sem recursos a modelos sobre a estrutura da matéria ou explicações causais, elementos responsáveis pela introdução de rupturas e revoluções na história. Nesse cenário, as teorias científicas podem ser comparadas e a melhor, em caso de teorias rivais, selecionada por meio das características lógicas e testes através da comparação com a experiência. Aqui, o método abstrato é suficiente para articular a continuidade e racionalidade da história da ciência. E é precisamente esse ambiente e o horizonte por ele aberto que facultam a Duhem entrever a continuidade e racionalidade da história da ciência, porém, não como dado ou *ipso facto*, mas como construção metodologicamente guiada.

Acreditamos que a metodologia dos programas de pesquisa, proposta por Lakatos, reflete muito bem essa versão da história. Em consonância com Duhem, a história reconstruída segundo a metodologia dos programas de pesquisa constitui somente uma história interna da ciência, que tem por objeto os produtos intelectuais da mente humana referentes a um certo campo do saber. Inspirado em Popper, Lakatos afirma que essa história interna versa somente sobre o mundo três ou mundo do conhecimento objetivo construído pelas ciências, e não sobre os entes do mundo físico (mundo um) ou subjetividade e psicologia humanas (mundo dois).

Se é verdade que a história formal não esgota a riqueza da história, como de certo modo defendia Mach, ela se mostra, por outro lado, como o pano de fundo onde se realiza o progresso contínuo e racional da história (da ciência) em direção a uma teoria ideal isomorfa à natureza do mundo e que se mostra como o elemento inspirador para se construir a história em sua versão intelectual, segundo as teses e regras expostas. Embora a teoria como representação formal de leis experimentais

tenha um valor eminentemente prático, a reconstrução da evolução dessas representações constitui uma história (formal) que desvela uma dinâmica da ciência, irredutível a concepções instrumentalistas/convencionalistas, e que aponta para um valor objetivo inerente à ciência.

Por sua vez, o desvelamento dessa dinâmica da ciência, ocorrida na reflexão sobre sua história (formal), exige um novo e mais aprofundado olhar sobre a história, que, por um lado, não a conceba como produto exclusivo de fatores lógicos e experimentais, e que, por outro, busque construí-la e instituí-la como modelo e guia metodológico para a ciência. Vale sublinhar que a história que desempenha tal papel para a ciência é a própria história da ciência, não a história em geral, de maneira semelhante a como a história das instituições pode ser empregada para justificar a ampliação das liberdades individuais.

Para tanto, essa história (intelectual) deve ser o resultado de uma série de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos, cuja implementação no trabalho do historiador da ciência se dá através do seguimento de regras metodológicas que servem para operacionalizar o objeto da história em conformidade com as teses historiográficas.

Semelhante história (intelectual e formal) é capaz de justificar a concepção epistemológica sobre a ciência (TH-1); é contínua, pois as teorias não são produtos súbitos de revoluções ou rupturas (TH-2). Tendo como pano de fundo a versão intelectual da história, a ciência evolui de tal maneira que certo estágio de seu desenvolvimento decorre do anterior (TH-3); produz um acúmulo de leis empíricas (TH-4); formula teorias cada vez mais abstratas e generalizadas (TH-5); tem por objetivo, finalmente, a busca da verdade (TH-6).

Embora o deslumbramento da continuidade e teleologia da ciência se dê no âmbito da história formal, a proposta de uma refundação da ciência, não mais baseada na metafísica, requer como alicerce uma história não amputada e reduzida a aspectos lógicos e empíricos. Exige-se mais que a história formal; exige-se uma história intelectual que traz consigo uma série de compromissos (ontológicos, epistemológicos e axiológicos) e que, assim, fecunda a ciência com essas mesmas qualidades. Em particular, a dimensão teleológica da ciência, materializada na convergência para uma teoria final, não pode ser defendida somente via argumentos lógicos e em base a resultados empíricos. Faz-se necessária a noção de verdade como

correspondência. Ou seja, o papel que a história formal parece anunciar só se realiza quando a história (intelectual) incorpora e torna explícita uma série de compromissos. Trata-se, portanto, de uma visão normativa da ciência, erigida a partir da história, a qual, para mostrar-se como contínua e racional, deve ser construída segundo as regras de uma metodologia que Duhem teve o mérito de explicitar.

Bibliografia

AGASSI, Joseph. *Towards a historiography of science*. New York: Wesleyan University Press, 1967.

AGASSI, Joseph. Continuity and Discontinuity in the History of Science. *Journal of the History of Ideas*, 34, 1973, pp. 609-626.

ALTHUSSER, Louis. *Ler o Capital*. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

ALTHUSSER, Louis. *Para un materialismo aleatório*. Madrid: Arena Libros, 1986.

ARNOLD, Vladimir. *Mathematical method of classical mechanics*. New York: Springer-Verlag, 1980.

BACHELARD, Gaston. *O novo espírito científico*. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.

CANGUILHEM, George. *Étude d'histoire et de Philosophie des Sciences*. Paris: Vrin, 1968.

CHIAPPIN, José Raymundo Novaes. *Duhem's theory of science: an interplay between philosophy and history of science*. Ph.D. thesis, Philosophy, Faculty of arts and sciences, University of Pittsburgh, 1989.

CHIAPPIN, José Raymundo Novaes; LEISTER, Carolina. A filosofia da história de Duhem: natureza e função. *Revista de História*, [S. l.], n. 161, p. 245-273, 2009. DOI: 10.11606/issn.2316-9141.v0i161p245-273. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revhistoria/article/view/19125>. Acesso em: 29 nov. 2023.

CHIAPPIN, José Raymundo Novaes; LEISTER, Carolina. Duhem como precursores de Popper, Kuhn e Lakatos sobre a metodologia da escolha racional de teorias:

da dualidade à triabilidade metodológica. *Veritas (Porto Alegre)*, 60(2), pp. 313–343. <https://doi.org/10.15448/1984-6746.2015.2.13975>. Acesso em: 29 nov. 2023.

COMTE, Auguste. *A general view of positivism*. Translated by J.H. Bridges. London: Routledge, 2015 [1844].

DUHEM, Pierre. Quelques réflexions au sujet des théories physiques. *Revue des Questions Scientifiques*, 31, 1892, pp. 139-177.

DUHEM, Pierre. Physique et Métaphysique. *Revue des Questions Scientifiques*, 34, 1893a, pp. 55-83.

DUHEM, Pierre. *Introduction à la mécanique chimique*, Paris: Georges Carré, 1893b.

DUHEM, Pierre. Les Théories de l'optique. *Revue des Deux Mondes* CXXIII, 1894, pp. 94-125.

DUHEM, Pierre. Fragments d'un cours d'optique – Deuxième fragment: coup d'oeil sur l'optique ancienne. L'optique de Young. *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, XIX, 1895a, pp. 27-94.

DUHEM, Pierre. Les Théories de la Chaleur-II. Les créateurs de la Thermodynamique. *Revue des Deux Mondes*, CXXX, 1895b, pp. 380-415.

DUHEM, Pierre. L'évolution des Théories Physiques du XVII siècle jusqu'à nos jours. *Revue des Questions Scientifiques*, 40, 1896, pp. 463-499.

DUHEM, Pierre. *Termochimie, à propos d'un livre récent de M. Marcelin Berthelot*. Paris: A. Hermann, 1897.

DUHEM, Pierre. Analyse de l'ouvrage de Ernst Mach: la mécanique, étude historique critique de son développement. *Bulletin des Sciences Mathématiques*, XXVII, 1903, pp. 261-283.

DUHEM, Pierre. *Les origines de la statique*, v. 1. Paris: A. Hermann, 1905.

DUHEM, Pierre. *Les origines de la statique*, v. 2. Paris: A. Hermann, 1906a.

DUHEM, Pierre. *Études sur Léonard de Vinci: Ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*, v. 1. Paris: A Hermann, 1906b.

DUHEM, Pierre. *Traité d'Énergétique ou thermodynamique générale*. Paris: Gauthier-Villars, 1911.

DUHEM, Pierre. *La Science Allemande*. Paris: A. Hermann, 1915.

DUHEM, Pierre. *Notice sur les titres et travaux scientifiques de Pierre Duhem*. Paris: Gauthier-Villars, 1917.

DUHEM, Pierre. *Le Système du Monde*. Paris: A. Hermann, 1954-1959.

DUHEM, Pierre. *The Aim and Structure of Physical Theory*. New York: Atheneum Press, 1974.

DUHEM, Pierre. *Evolution of Mechanics*. The Netherlands: Sijthoff & Noordhoff, 1980.

DUHEM, Pierre. *To Save the Phenomena*. Chicago: University of Chicago, 1985.

FUKUYAMA, Francis. *The end of history and the last man*. New York: The Free Press, 1992.

GIEDYMIN, Jerzy. *Science and convention: essays on Henri Poincaré's philosophy of science and the conventionalist tradition*. New York: Pergamon Press, 1982.

HEGEL, Georg Wilhelm Friedrich. *The philosophy of history*. New York: Dover Publications, 1956.

HUME, David. *Investigações sobre o entendimento humano e sobre os princípios da moral*. Tradução José Oscar de Almeida Marques. São Paulo: Editora Unesp, 2004.

KANT, Immanuel. *Critique of pure reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LAKATOS, Imre. *História da Ciência e suas Reconstruções Racionais*. Lisboa, Edições 70, 1998.

LAUDAN, Laurens. *Progress and its Problems*. Berkeley, University of California Press, 1977.

MACH, Ernst. *Popular scientific lectures*. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1898.

MACH, Ernst. *History and root of the principle of the conservation of energy*. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

MACH, Ernst. *The science of mechanics*. Chicago, The Open Court Publishing Co., 1919.

MANGOLIN, Cesar. Althusser e o materialismo do encontro: continuidade, complementaridade ou ruptura? *Crítica marxista*, 46, 2018, pp. 17-25. Disponível em https://www.ifch.unicamp.br/criticamarxista/sumario.php?id_revista=62&numero_revista=46. Acesso em: 01 dez. 2023.

MARTIN, Niall. The Genesis of a Mediaeval Historian: Pierre Duhem and the Origins of Statics. *Annals of Science*, 33, 1936, pp. 119-129.

MARTIN, Niall. *The Philosophy of Physics According to Pierre Duhem*. Ph.D. thesis, London School of Economics, 1981.

MARTIN, Niall. Darwin and Duhem. *History of Science*, 20, 1982, pp. 64-74.

MEYERSON, Emile. *Identity and Reality*. New York: The Macmillan Co., 1930.

Paul, Harry W. Pierre Duhem: Science and the Historian's Craft. *Journal of the History of Ideas*, 33, 1972, pp. 497-513.

POPPER, Karl. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Editora Cultrix, 2012.