

VARIA

Duhem como precursor de Popper, Kuhn e Lakatos sobre a metodologia da escolha racional de teorias: da dualidade à triabilidade metodológica

Duhem as forerunner of Popper, Kuhn and Lakatos on the Theory of Rational Choice: From methodological duality to triality

* J. R. N. Chiappin
** Carolina Leister

Resumo: A tese é de que a concepção de Duhem da ciência antecipa, entre outros elementos, o modelo de escolha de teorias científicas associado com as concepções de Popper, Lakatos e Kuhn. No contexto do seu debate com Poincaré, Duhem propõe um modelo metodológico de escolha racional de teorias formado, também, de componentes extralógicos. O modelo substitui a metodologia bipartida, teoria e natureza, por uma tripartida, confrontação entre duas teorias e natureza. Tal metodologia verifica-se adequada para descrever o processo de escolha de teoria formado das etapas da refutação e rejeição. Ambas as propostas revelam seu enfoque histórico-crítico cuja tese é a interdependência entre história e teoria da ciência. A interdependência configura-se num laboratório para a elaboração, a avaliação e teste das propostas metafísicas e metodológicas para a construção de uma teoria da ciência.

Palavras-chave: Convencionalismo. Escolha de teorias. Metodologia da refutação e rejeição. Racionalismo.

Abstract: The aim of this article is to show Duhem as a forerunner of Popper, Kuhn and Lakatos in relation to the development of a model of rational choice of theories. He proposes a methodological model

* Professor do Departamento de Economia, FEA – USP

** Professora da Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, EPPEN-UNIFESP



with extra logical elements. He splits the application of the model into two different stages, refutation and rejection, and concludes that choice results from the confrontation between two theories and nature rather than just one theory and nature. The formulation of the model also reveals the methodological characteristic of an interplay between history and theory of science. This interplay forms the laboratory from which he develops his metaphysical and methodological thesis and the rules that make up his theory of science.

Keywords: Conventionalism. Theories of choice. Methodology of refutation and rejection. Rationalism.

A principal tese deste artigo é que as abordagens metodológicas de Thomas Kuhn, Popper e Lakatos foram precedidas pela concepção de Duhem a respeito de ciência. No contexto de seu debate com a interpretação convencionalista/pragmatista da ciência de Poincaré, Duhem critica a metodologia da escolha racional de teorias. Segundo Duhem, Poincaré reduz a análise crítica da ciência, no caso a física, à análise lógica e ao método experimental. Duhem enfatiza que os recursos da análise lógica e do método experimental são insuficientes para descrever a metodologia da escolha racional de teorias, que, para ser mais representativa do processo de decisão dos cientistas, deve empregar recursos extralógicos.

Este texto pretende mostrar que a análise crítico-histórica de Duhem do método científico, particularmente do método de escolha de teorias científicas, precedeu as análises crítico-históricas reivindicadas por Kuhn e Lakatos, assim como o modelo de escolha de Popper, como complementando os critérios de seleção de teorias os quais se reduziam à análise lógica e ao método experimental. Duhem afirma que um modelo mais adequado para o método de escolha racional de teorias é a análise crítico-histórica, preferido à análise pura da lógica e do método experimental da atividade científica, defendida pela concepção convencionalista/pragmatista com Poincaré. O debate entre as concepções de ciências de Duhem e Poincaré é bastante semelhante e antecede o debate entre as concepções de ciência de Popper, com o aperfeiçoamento de Kuhn e Lakatos, e dos positivistas lógicos, com sua abordagem limitada à análise da lógica e ao método experimental como instrumentos de escolha de teorias. A análise crítico-histórica de Duhem da escolha de teorias, como fazem Lakatos e Kuhn, aponta as limitações da proposta convencionalista/pragmatista de Poincaré do processo de testes científicos e propõe um modelo de escolha racional mais amplo, com recursos extralógicos sugeridos pela e testada na história da ciência.

De acordo com Duhem, a metodologia de escolha de teorias é tripartite, envolvendo sempre duas teorias rivais e os experimentos de teste, e, também, a separação do processo de rejeição da teoria do de refutação. A metodologia tripartite substitui a metodologia dicotômica entre uma teoria científica e a base empírica. Não há essa separação dicotômica, uma vez que, conforme Duhem, a base empírica das teorias é, ela mesma, carregada de teorias (*theory-laden*) e, por conseguinte, qualquer proposição só pode ser entendida no contexto de teorias que contribuiriam para sua formulação.

O pressuposto epistemológico fundamental de Duhem, seguindo Kant, é que não há dados brutos, mas, apenas, dados interpretados à luz de teorias. A consequência desse pressuposto é que a relação entre teoria e base empírica está sujeita à *D-thesis*. A *D-thesis* afirma que podemos testar somente teorias, nunca proposições isoladas. Assim, a ideia de que não há uma dicotomia entre teoria científica e base empírica, porque toda proposição só pode ser compreendida no contexto teórico em que foi formulada, é que torna importante o aspecto metodológico mais amplo e profundo da escolha de teorias relativamente à análise simplificada lógico-experimental da atividade de escolha e seleção da teoria científica que pressupõe a separação entre teoria e base empírica. Essa nova tese epistemológica da impregnação dos dados pela teoria requer um novo modelo de escolha de teorias. A contribuição de Duhem é extrair todas as consequências e formular uma concepção metodológica que operacionaliza a tese kantiana dos dados impregnados por teorias.

Ambos os autores, Kuhn e Lakatos, defendem que o modelo de escolha racional de teorias envolve sempre três elementos, duas teorias rivais e a natureza, de sorte que se deve, portanto, separar a etapa da rejeição daquela da refutação. Para eles, não há uma dicotomia entre teoria e base empírica, pois todas as proposições científicas são carregadas de teorias (*theory-laden*) e, assim, a escolha conduzida pelos cientistas contém regras as quais não se reduzem apenas à lógica e ao experimento empírico. A proposta de análise histórica do desenvolvido científico, de Thomas Kuhn, levada a cabo em seu livro *Estrutura das Revoluções Científicas*, é elaborada em oposição tanto à abordagem dos positivistas lógicos, que faziam a separação radical da teoria e da base empírica, quanto à proposta popperiana, conforme interpretação de Kuhn, em que este defende uma estrutura dual da escolha de teorias. A proposta de Kuhn sustenta não apenas que a estrutura de decisão e seleção da teoria científica é tripartite, mas também que essa metodologia de escolha é construída pela análise histórica da atividade dos cientistas.

Do mesmo modo, Lakatos, aparentemente respondendo a Kuhn, em defesa da proposta de Popper, sustenta, no seu artigo “O Falseamento e

a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica” (LAKATOS, 1979), não haver um Popper do falsificacionismo ingênuo, o qual defende a estrutura dual da escolha, mas outro Popper, aquele do falsificacionismo sofisticado, que, ao contrário, enfatiza igualmente que a estrutura do processo de escolha da teoria científica é sempre de natureza tripartite, com a separação da etapa da rejeição daquela da refutação.

Um esclarecimento deve ser feito, porque poderemos estar classificando sob uma mesma categoria autores que diferem quanto a pressupostos fundamentais acerca do modelo de racionalidade. Nesse contexto, assumimos que tanto Duhem como Popper e Lakatos partilham do que denominamos racionalidade criterial, por se colocarem como membros da tradição do modelo racionalista, para o qual as decisões e escolhas são sempre operacionalizadas por meio de regras e critérios. Não se pode, contudo, classificar a proposta de Kuhn nessa mesma categoria, do racionalismo criterial, uma vez que Thomas Kuhn tem defendido sistematicamente o papel do uso predominante de exemplares, modelos ou paradigmas, em lugar de regras e critérios, na abordagem de solução de problemas, dando a entender que ele poderia ser, sim, classificado, como é nossa interpretação de sua proposta metodológica, como racionalista, mas não na categoria de racionalista criterial, porém, na forma de um racionalismo não criterial, o qual seria, em consequência, operacionalizado através desses recursos heurísticos já mencionados, como exemplares, modelos ou paradigmas. O conteúdo dessa racionalidade não criterial está ainda para ser desenvolvido, quando aplicado na etapa do que ele chama de ciência revolucionária, pois, nessa fase, não mais se aplica a metodologia do paradigma em questão. Todavia, para evitar o desgaste de ter que desenvolver essa parte, indicaremos que Kuhn (KUHN, 1975) desenvolve metodologias relacionadas à escolha de teorias, no âmbito da ciência normal – e não revolucionária – e, portanto, quando ainda podem ser aplicados os cânones metodológicos da racionalidade criterial.

De acordo com uma das teses epistemológicas da metodologia da teoria da ciência, (MTC), de Duhem, a metodologia da atividade científica não deve ser reduzida apenas à análise lógica da teoria científica e ao método experimental de teste.

Segundo a metodologia da teoria da ciência de Duhem, a aplicação desses dois instrumentos no processo de escolha racional é indiferente quanto à composição da estrutura da escolha racional. Ela pode ser composta de um tripé, formado de duas teorias e da experiência, ou de uma estrutura dual, com a escolha restrita ao confronto entre a teoria e a experiência. Conforme Duhem, é preciso recorrer a uma abordagem mais ampla e profunda que a análise lógico-experimental para selecionar um modelo metodológico da atividade científica de escolha racional mais

representativo do comportamento dos cientistas. A aplicação dessa abordagem mais ampla e profunda, no estudo da atividade científica, requer que se complemente a análise lógica com a análise histórica do desenvolvimento científico, a qual é uma dimensão importante na compreensão da atividade científica, já que contribui para o entendimento da racionalidade metodológica envolvida nas decisões científicas. Para Duhem, é exatamente o método histórico (juntamente com a análise lógica) aplicado ao desenvolvimento científico, que mostra com clareza que o processo de escolha racional se dá sempre pela confrontação entre diversas teorias e experimento – e não apenas uma única teoria –, além de sempre os cientistas conviverem com as duas etapas no processo da escolha racional, a refutação e a rejeição.

Popper defendeu uma concepção de método de escolha racional de teorias tal que uma teoria só seria científica se passível de ser falseável pelos dados empíricos. Sua teoria da escolha racional determina que a única decisão conclusiva que o método pode fornecer é a respeito da falsidade da teoria física. Esse critério de falseabilidade foi desenvolvido, por Popper, como núcleo de um aparato metodológico em substituição ao critério de verificabilidade, dos positivistas lógicos, considerado pouco eficiente e pouco exigente no processo de demarcação entre o que é ciência e não ciência.

O fundamento lógico do critério da falseabilidade é a regra do *Modus Tollens*, para a qual uma teoria implica uma consequência, expressa no caso por uma proposição empírica: se o teste empírico revelar que a proposição é falsa, é garantido que a teoria física da qual ela foi extraída também é falsa (POPPER, 1975, p. 79).

De acordo com uma visão estreita e não revisada da teoria da ciência de Popper, uma teoria é científica quando pode ser contrastada com a experiência e é passível de ser falseável, e, quando falseada, portanto, refutada, deve ser rejeitada. O resultado de uma análise estritamente lógica da concepção de ciência de Popper, baseado no critério da falseabilidade, é que uma teoria falseada deve ser rejeitada. A proposta e estrutura do critério de falseabilidade é motivo de rigorosa crítica, por parte de Thomas Kuhn (KUHN, 1975, p. 108).

A crítica de Thomas Kuhn é conduzida por meio de seu principal instrumento de análise das metodologias das teorias da ciência: o recurso à história da ciência. Conforme Thomas Kuhn, não é esse o panorama descrito pelo critério da falseabilidade que a história da ciência nos revela, quanto ao comportamento dos cientistas relativamente aos testes de teorias científicas, em particular, à reação dos cientistas quando uma teoria é contradita pelos fatos. Kuhn afirma, em oposição à proposta de Popper, sobre a falseabilidade de teorias e de sua consequência

acerca de teoria falseadas, que uma teoria falseada deve ser rejeitada, que a história não proporciona evidências para esse comportamento estilizado, analítico e bastante bem definido, quase algorítmico, por parte dos cientistas. A história da ciência não confirma o comportamento pretendido pela concepção popperiana da ciência, para a qual a reação dos cientistas diante de uma teoria contradita pelos dados, portanto, refutada pelos dados, é a de rejeitá-la. Segundo Kuhn, ao contrário, a história da ciência é abundante em evidências de que o processo de escolha de uma teoria científica se trata antes de tudo de um longo e demorado processo, cuja decisão de rejeitar uma teoria que foi refutada envolve complexidades em ambas as etapas e, particularmente, na etapa da rejeição, há muitas outras condições que a lógica pura da escolha e do método experimental não pode apreender.

A tese de que a estrutura do processo de escolha é tripartite – e não dicotômica, como se interpreta ser a proposta de Popper, considerada como um falsificacionismo ingênuo – é reclamada por Thomas Kuhn, por exemplo, na seguinte passagem:

[...] nenhum processo já descoberto até agora pelo estudo histórico do desenvolvimento científico assemelha-se ao estereótipo metodológico do falsificacionismo por meio da comparação direta com a natureza. Essa observação não significa que os cientistas não rejeitem teorias científicas ou que a experiência e a experimentação – não sejam essenciais ao processo de rejeição, mas que – e este será um ponto central – o juízo que leva os cientistas a rejeitarem uma teoria previamente aceita, baseia-se sempre em algo mais do que essa comparação da teoria com o mundo. Decidir rejeitar um paradigma é sempre decidir simultaneamente aceitar outro e o juízo que conduz a essa decisão envolve a comparação de ambos os paradigmas com a natureza, bem como sua comparação mútua. (KUHN 1975, p. 108)

A crítica de Thomas Kuhn se endereça a essa análise lógica pura dos métodos de escolha de teorias e à sua conclusão de que uma teoria refutada deve ser rejeitada. A visão lógica da pesquisa é extremamente estilizada, quando confrontada com o que revela a história da ciência sobre o processo de teste de uma teoria.

Conforme Thomas Kuhn, na passagem acima, não é esse o panorama que a história da ciência revela, com respeito ao comportamento dos cientistas quanto aos testes de teorias científicas, em particular, quanto ao comportamento dos cientistas e da comunidade, quando uma teoria é contradita pelos fatos. Kuhn se posiciona, apoiado no estudo da história da ciência, implicitamente referindo-se à proposta de Popper, contra a metodologia do falsificacionismo metodológico de teorias, para a qual, na interpretação de Kuhn de Popper, quando uma teoria é falseada,

portanto, refutada, ela deve ser rejeitada. Para Thomas Kuhn, o recurso à metodologia da história da ciência não proporciona evidências que apoiam a proposta do falsificacionismo metodológico e, portanto, a interpretação do processo de escolha racional de teorias poderia ser caracterizada como ingênuo, pois representaria um comportamento estilizado, bem definido e preciso, em termos de regras e procedimentos por parte dos cientistas, que, diante de uma teoria contradita pelos dados, concluiriam pela refutação da teoria e a rejeitariam. Ao contrário, afirma Kuhn, a metodologia da história da ciência não mostra evidências dessa forma de comportamento, porém, é cheia de evidências de que se trata de um processo mais complexo, no qual são envolvidas sempre duas ou mais teorias e, ainda, a natureza. Nesse processo, não se confronta, unicamente, as teorias com a natureza, através do teste experimental, mas também se cotejam entre si as próprias teorias.

Não é outra a abordagem de Lakatos com respeito ao mesmo tema. No contexto de sua proposta de uma revisão da concepção popperiana da ciência relativamente às críticas, já mencionadas, de Tomas Kuhn à concepção de Popper, Lakatos considera que a interpretação de Kuhn reduz a concepção de Popper ao que ele chama de um falsificacionismo metodológico ingênuo. Todavia, Lakatos comenta, antes de propor uma concepção de Popper mais sofisticada que aquela de Kuhn por ele rejeitada, a metodologia da escolha de teorias de Duhem. A tese avançada por Lakatos sobre a concepção de Duhem é que este partilha do convencionalismo de Poincaré, exceto por pequenas diferenças. Trata-se de uma tese apropriada e seguida por um, por assim dizer, dos seus discípulos (WORRAL, 1982). A propósito da posição convencionalista de Duhem, enfatiza:

Duhem aceita a posição dos convencionalistas de que nenhuma teoria física desmorona jamais sob o peso das 'refutações', mas afiança que ela ainda pode desmoronar sob o peso de 'reparos contínuos e de inúmeros esteios emaranhados', quando as 'colunas comidas pelos vermes' não podem suportar por mais tempo 'o edifício vacilante'; a teoria perde sua simplicidade original e precisa ser substituída. Mas o falseamento é entregue então ao gosto subjetivo ou, na melhor das hipóteses, à moda científica, e deixa-se muita margem à adesão dogmática a uma teoria favorita (LAKATOS, 1979, p. 128).

Assim, Lakatos, sobre a metodologia da escolha de Popper, afirma que Popper, ao contrário desses dois autores, Poincaré e Duhem, busca elaborar um critério mais objetivo e mais decisivo, com valorização do experimento, na avaliação e escolha de teorias enquanto esses autores concebem as teorias como subdeterminadas pelos dados e,

portanto, que o processo de escolha se reduz a critérios subjetivos, como simplicidade e bom senso. Lakatos, aprofundando um pouco mais sua interpretação da concepção de Duhem na direção do convencionalismo – equivocada, como mostrado em outro lugar (CHIAPPIN, 1989) – sublinha que, segundo Duhem, as leis científicas, proposições universais, são decididas verdadeiras, por acordo, portanto, como convenções, enquanto Popper desloca o convencionalismo das proposições universais para as proposições particulares, num ganho enorme na busca de um processo mais racional de escolha das teorias. A passagem abaixo é bastante clara sobre o convencionalismo de Duhem e a diferença com respeito à proposta de Popper:

Popper dispôs-se a encontrar um critério que fosse, ao mesmo tempo, mais objetivo e mais agressivo. Ele não poderia aceitar a debilitação do empirismo, inerente até ao enfoque de Duhem, e propôs uma metodologia que faculta às experiências serem poderosas até na ciência ‘madura’. O faseacionismo metodológico de Popper é convencionalista e falseacionista a um tempo, mas ele ‘difere’ dos convencionalistas [conservadores] por sustentar que os enunciados decididos por consenso não são [espaço-temporalmente] universais, mas [espaço-temporalmente] singulares; e difere dos falseacionista dogmático por sustentar que o valor-de-verdade de tais afirmações não pode ser provado por fatos, mas, em alguns casos, pode ser decidido por consenso. (LAKATOS, 1979, p. 128)

A interpretação de Lakatos sobre a concepção de Duhem é um juízo o qual não pode ser considerado apenas negligente, mas poderia ser ainda o resultado de uma imperícia, pois, como foi extensiva e exaustivamente mostrado por mim (CHIAPPIN, 1989), o principal objetivo de Duhem, encontrado em todo o seu trabalho, foi sempre e exatamente o de elaborar uma concepção da ciência que a demarcasse do convencionalismo/pragmatismo de Poincaré e, nessa estratégia de demarcação, é central tanto a demarcação com a metafísica quanto sua preservação, que Popper igualmente vai reivindicar contra o positivismo lógico, e o desenvolvimento de um método de escolha racional de teorias que defende a aplicação do princípio da unidade lógica e se opõe ao princípio da subdeterminação da teoria pelos dados (PSTD) dos convencionalistas, relativamente ao qual é valorizado o papel do teste empírico como capaz de contradizer a teoria pelos dados. Esse é o fio condutor da argumentação deste artigo.

Lakatos continua indicando que Popper representa um avanço, em relação ao que ele chama de convencionalismo conservador de Duhem, com o convencionalismo revolucionário pela adição de um novo componente ao falsificacionismo metodológico, a fim de transformá-lo em um falsificacionismo metodológico sofisticado. Ele ressalta: “Pode-se melhorar o enfoque de Duhem? Popper melhorou-o. Sua solução – uma

versão sofisticada de falseacionismo metodológico – é mais objetiva e rigorosa” (LAKATOS, 1979, p. 143).

De acordo com Lakatos, a versão sofisticada do falsificacionismo metodológico de Popper consiste em evitar recorrer a hipóteses *ad hoc* para salvar as teorias científicas refutadas pela experiência, que estaria associada ao convencionalismo conservador de Duhem. Nas palavras de Lakatos sobre o que Popper pretende com a elaboração de uma concepção da ciência que favorece o progresso e o desenvolvimento científico, temos:

De acordo com Popper, salvar uma teoria com a ajuda de hipóteses auxiliares que satisfazem a certas condições bem definidas representa progresso científico; mas salvar uma teoria com a ajuda de hipóteses auxiliares que não satisfazem a essas condições representa degeneração. Popper chama a essas hipóteses auxiliares inadmissíveis hipóteses *ad hoc*, meros expedientes linguísticos, ‘estratagemas convencionalistas’. (LAKATOS, 1979, p. 143)

Basicamente, Lakatos está afirmando que o convencionalismo conservador de Duhem faria uso, em sua metodologia de escolha de teorias, de recursos associados à utilização de hipóteses *ad hoc*, ou seja, de hipóteses auxiliares para salvar a teoria refutada pelos dados a todo custo. Ao contrário dessa posição, Popper estaria comprometido com uma teoria real do progresso e do desenvolvimento científico, defendendo, por conseguinte, uma estrutura do método de escolha de teorias que Lakatos denomina falsificacionismo metodológico sofisticado. A palavra “*sofisticado*” evidenciaria ser a metodologia defendida por Popper mais complexa, no sentido de que contém mais do que os recursos lógicos, e, portanto, é formada também de regras extralógicas, significando que podemos ter uma teoria refutada, mas não rejeitada, pois a decisão de rejeitá-la não é da ordem da lógica, porém, metodológica, com regras de natureza diferente das regras da lógica.

A importância das regras extralógicas está em que se deve cuidar para distinguir entre o uso de hipóteses auxiliares, para evitar transformá-las em hipóteses *ad hoc* na busca de salvar a teoria a todo custo (LAKATOS, 1979, p. 143). Essa metodologia sofisticada do falsificacionismo de Lakatos teria, no núcleo de estrutura da escolha racional, uma natureza tripartite e não dual, como é claramente ressaltada na seguinte passagem:

Contrariando o falseacionismo ingênuo, *nenhuma experiência, nenhum relato experimental, nenhum enunciado de observação ou hipótese falseadora de baixo nível bem corroborada pode levar sozinha ao falseamento. Não há falseamento antes a emergência de uma teoria melhor.* (LAKATOS, 1979, p. 146)

Lakatos, como Kuhn, recorre ao estudo da história da ciência para construir esse novo falsificacionismo metodológico sofisticado, rejeitando o falsificacionismo metodológico ingênuo com o seu núcleo na estrutura tripartite da escolha racional, ou seja, não há falsificação entre uma teoria e a natureza, é preciso sempre uma competição entre teorias rivais. Como destaca Lakatos: “Entretanto, a história da ciência sugere que (1) os testes são – pelo menos – lutas, de três adversárias, entre teorias rivais e a experiência [...] (LAKATOS, 1979, p. 140).

Ainda que esses autores, Lakatos ou Popper e Kuhn, tenham percebido, por meio, como eles alegam, da história do desenvolvimento científico, que o processo de escolha de teorias pelos cientistas e comunidade é muito mais complexo do que a análise puramente lógica, pois deve envolver uma dimensão metodológica, regras extralógicas, portanto, mais ajustada para descrever o comportamento dos cientistas, revelados pela história, no processo da escolha da teoria científica, a tese defendida neste artigo é de que esse mesmo entendimento – e com os mesmos argumentos – de uma metodologia mais complexa do processo de escolha de teorias já tinha sido observado por Duhem e, também, sob a argumentação de que a história da ciência aponta para uma escolha racional de teorias pressupondo teorias rivais e a natureza, além de que a teoria da escolha racional deveria ser uma metodologia a qual contivesse, ao lado de regras lógicas, regras extralógicas. A proposta de Duhem não consistiu apenas em uma ideia, fugaz, um *insight* mal elaborado e articulado, mas, ao contrário, trata-se de uma proposta de uma metodologia de escolha racional de teorias central para sua concepção da ciência inteiramente voltada para ser um termo médio entre, de um lado, a concepção metafísica dos racionalistas clássicos e que se estendeu mais além como uma explicação pelas causas dos fenômenos e, por outro lado, que é seu foco principal de demarcação, da concepção convencionalista de Poincaré, com sua proposta da aplicação do princípio da subdeterminação da teoria pelos dados (PSTD) e, por conseguinte, que a escolha se dá através de critérios subjetivos, como simplicidade e beleza. Duhem abordou o assunto da metodologia da escolha racional de teorias com uma investigação profunda e ampla, implicando uma combinação sofisticada de muitas dimensões teóricas, entre as quais a metafísica, a história, a lógica e a metodologia. Eu diria, sem medo de errar, que o termo *metodologia sofisticada* que Lakatos usa aplica-se, antes, a Duhem do que a Popper.

O ponto de partida da argumentação a ser desenvolvida neste artigo, em defesa da tese de que a metodologia da escolha racional de teorias de Duhem antecipa a proposta de metodologia de escolha de Lakatos, em sua interpretação de Popper, assim como a Thomas

Kuhn, é, numa primeira etapa, mostrar que Duhem, ao contrário do que afirma Lakatos, não só não é convencionalista, mas, ainda, se propõe elaborar uma concepção da ciência que, se, de uma parte, a demarque da concepção metafísica fundacionista da ciência, por outra (e mais importante), a demarque da concepção convencionalista/pragmatista de Poincaré.

Numa segunda etapa da argumentação, o objetivo é demonstrar que a concepção de ciência de Duhem, em sua busca da demarcação da concepção convencionalista/pragmatista de Poincaré, exige a elaboração, como elemento central de sua concepção, de um método de escolha racional de teorias que contém, para além de razões de ordem lógica, regras extralógicas, a fim de operacionalizar a tese nuclear dessa proposta, segundo a qual o processo de escolha envolve sempre teorias rivais e a natureza e não apenas uma teoria e a natureza, como reivindicada por Kuhn, contra a proposta de Popper, e igualmente por Lakatos, que atribui essa mesma metodologia de escolha racional à metodologia falsificacionista sofisticada de Popper, em resposta à crítica de Kuhn, sendo que Lakatos menciona ainda ser essa metodologia sugerida pela história da ciência, como sublinhada anteriormente.

Na primeira etapa da argumentação, pretendemos evidenciar a origem do erro bastante ingênuo cometido por pesquisadores da envergadura de Lakatos e de Popper, ao associarem Duhem com a concepção convencionalista/pragmatista de Poincaré.

Tanto Duhem quanto Poincaré, em sua reflexão sobre a natureza da teoria física, almejam defini-la de tal modo a distingui-la da fundamentação metafísica da ciência. Duhem se posiciona epistemologicamente, nessa demarcação, ao se declarar contra o sujeito transcendental dos clássicos, particularmente contra Descartes e Kant, para os quais o indivíduo estava equipado epistemologicamente para produzir conhecimento formado de proposições verdadeiras conhecidas como certas, que, de acordo com Lakatos, forma a ideia de conhecimento como conhecimento provado ou demonstrado. Reconstruímos esse posicionamento como a primeira tese epistemológica de Duhem, a qual afirma que a natureza de nosso conhecimento nos conduz a conhecer apenas os fenômenos, e não a natureza mesma das coisas no mundo. Trata-se da tese da falibilidade do indivíduo, em substituição à tese do sujeito transcendental dos racionalistas clássicos. Como ele enfatiza:

A inteligência do homem não possui conhecimento direto, a visão imediata da essência das coisas exteriores; o que conhecemos diretamente destas coisas são os fenômenos dos quais elas são o assento e a sucessão. (DUHEM 1893a, p. 57)

O principal resultado dessa tese proporciona o primeiro de um conjunto de recursos diferenciando sua concepção de teoria física da concepção metafísica da física dos racionalistas clássicos.

Se, por um lado, Duhem substitui o sujeito transcendental pelo sujeito falível, ainda que racional, capaz de produzir apenas conhecimento hipotético, por outro, Duhem mantém-se vinculado aos valores do racionalismo clássico, com seu compromisso de que o objeto do conhecimento científico é a verdade. Duhem tem, assim, como objeto da dinâmica das teorias físicas a busca pela verdade. Mas, como o sujeito é falível e não tem acesso direto às essências, a verdade não pode estar mais no ponto de partida do conhecimento. Contudo – e aqui está a grande estratégia de Duhem, que se propõe ser um novo Descartes, com a construção de uma epistemologia adequada à física moderna –, se a verdade não está no ponto de partida, ela deverá estar no ponto de chegada do conhecimento. Com efeito, a verdade deverá ser o ponto de chegada de um longo processo dinâmico de desenvolvimento do conhecimento científico, por conseguinte, se o indivíduo racional não tem acesso direto às essências e ao conhecimento certo, ele poderá ter acesso indireto à verdade.

A principal ideia reguladora de sua concepção é uma tese ontológica que afirma a existência em uma teoria ideal, uma teoria transcendental, a qual representaria a realidade tal como ela é. Essa tese ontológica faz parte da metafísica do conhecimento de Duhem, que, ao propor a demarcação da ciência com a metafísica enquanto fundamento da ciência, não pretende a destruição da metafísica, do mesmo modo que Popper (POPPER, 1975), como queria o convencionalismo de Poincaré, porém, a redefinição do seu papel, entre eles, de servir como espaço de uma superestrutura de ideias reguladores, valores e fins organizaria sua teoria da ciência como uma teoria dinâmica de natureza normativa. Nessa superestrutura metafísica, com teses ontológicas, axiológicas e epistemológicas, estaria a indicação de procedimentos que deveriam conduzir o comportamento do cientista comprometido com a busca da verdade. A teoria ideal teria o papel de uma ideia reguladora que se constituiria no objeto da teoria dinâmica do desenvolvimento científico.

Dessa forma, se, por um lado, Duhem abre mão do sujeito transcendental do conhecimento, por outro, ele introduz uma teoria transcendental, na sua metafísica do conhecimento, que representaria a classificação natural das leis físicas como estrutura real do mundo. A tese ontológica da teoria transcendental é o segundo dos elementos de sua superestrutura metafísica do conhecimento. Com essa tese, além de substituir a tese do sujeito transcendental, Duhem substitui igualmente a

teoria da cascata da verdade por uma teoria da convergência da verdade como expressão de sua teoria dinâmica do crescimento do conhecimento. A teoria da cascata da verdade, desenvolvida pelo racionalismo clássico, estava ajustada ao modelo geométrico do conhecimento, com a verdade se encontrando nas suas proposições básicas e, pela dedução, era distribuída para as outras proposições do sistema axiomático. A teoria da convergência da verdade sustenta que o cientista deve se comprometer com o desenvolvimento científico, de modo a se aproximar, de forma sistemática, contínua e racional da teoria ideal como uma classificação natural das leis. Como enfatiza Duhem, *in verbis*: “À medida 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).

O principal recurso de Duhem para distinguir sua concepção de ciência da concepção metafísica fundacionista dos clássicos é sua definição de teoria física, como representação, bastante bem ajustada ao pressuposto epistemológico da falibilidade do sujeito do conhecimento. Essa definição deve ser compatível com a tese epistemológica do sujeito falível, portanto, que o conhecimento é hipotético e não certo, como queriam os clássicos. Ele define a teoria física como representação matemática:

[A teoria física] é um sistema de proposições matemáticas, deduzidas de um pequeno número de princípios que buscam representar, de maneira tão simples, completa e exata quanto possível, um conjunto de leis experimentais. (DUHEM, 1974, p. 19)

A definição de teoria física proposta afirma que ela é um sistema de proposições matemáticas visando a representar as leis empíricas, por conseguinte, salientando o caráter representacional e não o de explicações causais (tal como proposto pelo mecanicismo). Assim, a teoria física deve buscar a classificação e a organização ordenada das leis empíricas e não explicações causais dos fenômenos. A definição de teoria física de Duhem, como representação, é um dos principais instrumentos epistemológicos e metodológicos para efetivar a demarcação de sua concepção com respeito à concepção metafísica, que define a natureza da física teórica como devendo proporcionar explicações causais dos fenômenos físicos.

Poincaré partilha com Duhem o objetivo de demarcar a teoria física da concepção metafísica, e o faz também com uma definição de teoria física semelhante àquela de Duhem ou vice-versa. A definição de Poincaré enfatiza claramente que a natureza da teoria física não tem por objeto a natureza real das coisas, mas a coordenação das leis da física:

O objetivo da teoria matemática não é nos revelar a natureza real das coisas; esta seria uma exigência irrealizável. Seu único objetivo consiste em coordenar as leis físicas com as quais a experiência nos familiariza [...] (POINCARÉ, 1952, p. 211)

Esse compartilhamento entre Duhem e Poincaré da definição de teoria física, como representação, objetiva operacionalizar, para ambos, a demarcação com a concepção da fundamentação metafísica da ciência. Muito provavelmente, esse específico e estratégico compartilhamento epistemológico quanto à definição de teoria física, para demarcá-la da metafísica, é o que levou, por precipitação ou mesmo por imperícia, muitos teóricos da filosofia da ciência a atribuírem a ambos uma mesma epistemologia convencionalista/pragmatista.

Do ponto de vista de uma análise puramente lógica, o compartilhamento, por ambos, da definição de teoria física teria como consequência, conforme o próprio Duhem, que ambos deveriam aderir às estratégias de subdeterminação da teoria pelos dados (PSTD) e, portanto, a uma posição cética quanto ao valor de conhecimento da teoria física.

Poincaré adota e desenvolve, com sua adesão a uma abordagem metodológica mitigada composta apenas da lógica e do método experimental, uma posição mais radical, a partir da sua concepção da natureza da teoria física como representação, ou seja, que ela tem apenas valor prático e instrumental, sem qualquer valor objetivo ou de conhecimento.

A radicalização epistemológica de Poincaré quanto à concepção da ciência, admitindo apenas um valor instrumental, decorre da rejeição metodológica de dois importantes princípios do racionalismo clássico e sua substituição por novos princípios metodológicos a serem aplicados na construção da teoria física.

Poincaré rejeita a aplicação do princípio da unidade lógica na teoria física e o substitui pelo princípio da subdeterminação da teoria pelos dados (PSTD); rejeita que há experimentos cruciais em física e o substitui por critérios subjetivo de escolha de teorias como simplicidade e beleza. Esse radicalismo epistemológico tem suas origens, principalmente, tanto no combate à metafísica quanto na atividade científica contemporânea, com a emergência de novos instrumentos matemáticos.

Essa radicalização advém da proposta metodológica de Poincaré de demarcar sua concepção daquela da metafísica, através de uma definição da teoria física como representação, com uma posição antimetafísica a ela associada, que visa não apenas à demarcação com a preservação da metafísica, mas à sua destruição, com domínio sem significado ou propósito. Além disso, a radicalização epistemológica de que a teoria

física tem apenas um valor instrumental e não de conhecimento se origina de sua própria atividade de físico enquanto físico. Poincaré, enquanto físico, tem o entendimento de que a natureza da mecânica analítica de Lagrange e de Hamilton, como a nova linguagem da teoria física, é compatível com infinitos modelos mecânicos formados de massas em movimento. Assim, segundo a natureza dessa nova forma de organizar a teoria física, com a mecânica de Lagrange e de Hamilton, pode-se construir um modelo mecânico para uma determinada base de dados, pode-se construir infinitos modelos mecânicos para essa mesma base de dados.

O mesmo pode ser dito acerca dos estudos de Poincaré sobre sistemas dinâmicos, teoria do caos, com a propriedade da hipersensibilidade das condições iniciais, propriedade que conduz à situação de que temos um sistema de equações determinado e, ao mesmo tempo, imprevisível. São esses novos instrumentos, mecânica lagrangeana/hamiltoniana e sistemas dinâmicos, que dão motivação metodológica para Poincaré aderir a um processo irracional de avaliação e escolha das teorias físicas reduzidas a critérios subjetivos de simplicidade e beleza, assumindo a posição cética de que a teoria física nada tem a ver com valor de conhecimento, mas, apenas, valor instrumental, como interpreta Duhem.

Um dos *locus* próprios da análise da mecânica de Poincaré é seu estudo das explicações mecânicas de Maxwell sobre o eletromagnetismo. Poincaré formula de modo explícito, a partir dessa análise, sua opção pela aplicação do princípio da subdeterminação em lugar do princípio da unidade lógica, na seguinte passagem:

Não devemos nos orgulhar de evitar toda contradição. Mas devemos tomar partido. Duas teorias contraditórias, com efeito, contanto que não as misturemos, e nem busquemos a essência das coisas, podem ambas ser instrumentos úteis de pesquisa. Talvez a leitura de Maxwell fosse menos sugestiva se ela não tivesse aberto tantos caminhos novos, divergentes. (DUHEM, 1974, p. 91; POINCARÉ, 1901, p. vi)

Denomino esse pronunciamento de Poincaré “a regra da subdeterminação”. Poincaré argumenta a favor dessa abordagem, com base não apenas em considerações heurísticas, mas também em termos históricos (POINCARÉ, 1901, introdução), ainda que seu uso da história seja apenas circunstancial, não fazendo parte de sua abordagem metodológica. A regra da subdeterminação estabelece que a teoria física pode usar teorias distintas e incompatíveis (DUHEM, 1974, p. 330), de sorte que é um corolário de uma tese mais forte, formulada por Poincaré, que é o *princípio da subdeterminação das teorias pelos dados* (PSTD). Nas palavras de Pareto:

Os mesmos fatos podem ser explicados por uma infinidade de teorias, igualmente verdadeiras, porque todas reproduzem os fatos a serem explicados. É neste sentido que Poincaré pôde dizer que do fato mesmo de que um fenômeno admite uma explicação mecânica, ele admite uma infinidade delas [...]. (PARETO 1909, p. 31-36 apud LATSIS, 1976, p. 9, grifos meus)

Outra versão desse princípio estabelece que o método experimental não pode nem verificar nem falsificar as teorias científicas, de modo que não há experimentos cruciais para decidir entre teorias físicas rivais (POINCARÉ 1891, p. 325). A escolha de uma entre as teorias rivais é, então, reduzida a um critério subjetivo como simplicidade ou apreciação estética. Poincaré rejeita a possibilidade de *Experimentum Crucis*, que os racionalistas clássicos interpretavam como a versão para a física do método da redução ao absurdo da geometria. Explicita Poincaré:

Isto que precedeu [a regra da subdeterminação] é confirmado pela história de todas as partes da física; em ótica, por exemplo, Fresnel acredita que a vibração seja perpendicular ao plano de polarização; Neumann a considera paralela a este plano. Há muito tempo, busca-se um “experimentum crucis” que permita decidir entre as duas teorias, mas este não pôde ser encontrado. (POINCARÉ 1901, p. viii)

Dessa forma, Poincaré recusa dois elementos da tradição clássica que formavam o núcleo do seu modelo de escolha racional, para defini-lo como proporcionando decidibilidade conclusiva, tanto pela verdade quanto pela falsidade. A eliminação desses dois elementos da tradição do núcleo da racionalidade enfraqueceu de modo radical o modelo de escolha racional clássico, em termos de critérios e regras para decisões conclusivas. O radicalismo de Poincaré é que não há possibilidade de decisões conclusivas na ciência, seja pela verdade, seja pela falsidade. Tal elemento de irracionalidade na escolha de teorias é, resumindo, proveniente de sua tese da subdeterminação da teoria pelos dados e da rejeição da tese que teorias podem ser contraditas pela experiência. Eles constituem o núcleo de sua proposta metodológica de um convencionalismo/pragmatismo como a concepção adequada da ciência formulada em termos da representação de Lagrange e de Hamilton e dos emergentes sistemas dinâmicos. Como consequência, segundo Duhem, Poincaré rejeita a ideia de um valor de conhecimento associado à teoria física, reduzindo-a apenas a um valor prático.

Nesse contexto, podemos verificar que aparentemente toda a discussão de Lakatos quanto a um convencionalismo conservador, com sua proposta de salvar a teoria a todo custo, parece até agora mais

apropriadamente ajustada à concepção de Poincaré, com sua defesa do princípio da subdeterminação da teoria pelos dados e da rejeição da aplicação do *Experimentum Crucis*, em física, do que à de Duhem. Logo, a escolha de teorias, sem poder apelar para o método experimental, uma vez que onde há um modelo mecânico há infinitos ou dado que “[o]s mesmos fatos podem ser explicados por uma infinidade de teorias, igualmente verdadeiras, porque todas reproduzem os fatos a serem explicados” (PARETO, 1909 apud LATSIS, 1976), reduz-se a critérios subjetivos relacionados com a simplicidade e beleza dos modelos ou das teorias. Não há como fugir de identificar a posição do convencionalismo conservador que Lakatos está comentando, criticando e associando com Duhem, com a posição de Poincaré.

Uma vez mostrado que Poincaré tem uma concepção convencionalista/pragmatista idêntica àquela que Lakatos denomina convencionalismo conversador, atribuindo-a a Duhem, na sequência do desdobramento da argumentação da tese de que Duhem antecipa a metodologia da escolha racional de teorias de Lakatos e Kuhn, cabe agora evidenciar que, apesar de Duhem, por um lado, partilhar com Poincaré o objetivo de construir uma concepção da teoria física que a demarque da metafísica, com a definição de teoria física como representação, por outro, Duhem quer elaborar uma concepção da ciência cujo principal objetivo é exatamente demarcá-la da concepção convencionalista/pragmatista de Poincaré. Esse propósito é explicitado na seguinte passagem, *in verbis*:

Assim, afirmando que a física matemática não é a explicação do mundo material, mas uma simples representação das leis descobertas pela experiência, evitamos a obrigação de declarar verdadeira, para cada ordem dos fenômenos, uma teoria com a exclusão de todas as demais. Mas não somos condenados por isto a adotar todas as teorias, logicamente constituídas, de um mesmo conjunto de leis: temos, para escolher entre elas, regras bastante seguras que, com frequência, nos permitem preferir razoavelmente uma entre todas as outras. (DUHEM, 1892, p. 170)

A razão, entre outras, para que Duhem distinga sua concepção daquela de Poincaré é que o primeiro está comprometido com valores do racionalismo clássico, portanto, que pertencem à superestrutura metafísica do conhecimento, no caso, com a ideia de que a teoria física tem por objetivo a busca da verdade; por conseguinte, para ele, o estatuto cognitivo da teoria física está relacionado com um valor de conhecimento, ou um valor objetivo, e não apenas um valor instrumental. Dessa forma, a questão que se coloca para Duhem, nesse nível de reconstrução racional, é: como fazer para recuperar o valor de conhecimento da teoria física, se, no nível da ordem das razões lógicas e do método experimental,

é logicamente possível elaborar uma concepção convencionalista/pragmatista com valor apenas prático, como aquela de Poincaré?

Duhem deixa claro sua diferença acerca do estatuto cognitivo, ao longo de sua obra, mas, particularmente, na seguinte passagem: “Separado das diversas escolas pragmatistas acerca do valor da teoria física, *não nos colocamos, sob quaisquer circunstâncias, entre seus discípulos*” (DUHEM, 1917, p. 156, grifos meus).

Contudo, para Duhem, a metodologia da escolha racional de teorias não se reduz a razões de ordem puramente lógica; ao contrário, trata-se de uma metodologia complexa que contém, além das regras da lógica, regras extralógicas, sendo uma delas a aplicação do princípio da unidade lógica (PUL) que se opõe ao princípio da contradição. Como salienta o próprio Duhem:

Não podemos, portanto, se invocamos exclusivamente razões de ordem lógica, condenar a incoerência lógica em física teórica. Mas as razões de ordem puramente lógica não são as únicas que dirigem racionalmente nosso juízo; o princípio de contradição não é o único ao qual nos é permitido recorrer. (DUHEM, 1893b, p. 367)

[...] a ordem segundo a qual a teoria arranja os resultados da observação não encontra sua justificação completa e adequada em suas características práticas ou estéticas. (DUHEM, 1974, p. 335)

Duhem, ao contrário de Poincaré, se mantém fortemente vinculado ao núcleo do racionalismo clássico, sobretudo em seu compromisso com o princípio da unidade lógica:

Entre um número de teses postuladas [autorizadas somente por razões estranhas à física], encontra-se a seguinte: a teoria física deve tentar representar todo grupo de leis naturais através de um único sistema, cujas partes são logicamente compatíveis entre si. (DUHEM, 1974, p. 293)

Duhem descreve a conexão epistemológica entre esse princípio da unidade lógica e um compromisso realista na existência de uma teoria ideal que seria uma classificação natural das leis da física. Ele afirma isso na seguinte forma:

Portanto, todos aqueles que são capazes de refletir, e que têm consciência de seus próprios pensamentos, sentem em si mesmos uma aspiração, impossível de reprimir, em direção à unidade lógica da teoria física. *Esta aspiração em direção a uma teoria cujas partes concordam logicamente umas com as outras* é, além disto, a acompanhante inseparável daquela outra aspiração, cujo poder irresistível verificamos anteriormente, em direção a *uma teoria que é uma classificação natural das leis físicas*. Com

efeito, sentimos que se as relações reais das coisas, embora não possam ser apreendidas pelos métodos usados pelo físico, são refletidas de algum modo em nossas teorias físicas, *esta reflexão não pode ser isenta de ordem ou unidade*. (DUHEM, 1974, p. 103-104, grifos meus)

Além desse postulado da unidade lógica da física, Duhem desenvolve outro elemento central para a manutenção do compromisso com uma racionalidade criterial. Esse outro elemento é uma estratégia para neutralizar a ideia de que o método experimental não é capaz de decisões conclusivas. Trata-se da tese D, segundo a qual o método experimental testa apenas as teorias físicas como um todo e não hipóteses. A teoria como um todo pode ser contradita pelos dados, ainda que não possa ser verificada pelos dados.

A análise lógica de Duhem do método experimental e da teoria física mostra que o teste conclusivo é apenas quanto à refutação da teoria, nunca pela verificação, e que o teste é da teoria como um todo, que é a tese D de Duhem, e não das hipóteses. Essa tese, tese D, é um elemento central de seu método de escolha de teorias que descrevemos abaixo. Nesse compromisso está implícita uma rejeição do postulado clássico da tese da separabilidade e testabilidade isolada de hipóteses.

O único controle experimental de uma teoria física que não é ilógico consiste em comparar o *sistema inteiro da teoria física com todo o grupo de leis experimentais*, e julgar se este último é representado pelo primeiro de maneira satisfatória. (DUHEM, 1974, p. 200, grifos meus)

Como mencionamos inicialmente, Duhem elabora uma teoria da ciência para construir uma teoria da física que a demarque da metafísica e, em acréscimo – e principalmente – do convencionalismo/pragmatismo de Poincaré.

A estratégia de Duhem para separar sua concepção daquela de Poincaré consiste em acoplar, sobre sua definição de teoria física como representação, uma teoria dinâmica do desenvolvimento científico com uma metodologia que contenha elementos não lógicos, para além da análise lógica e do método experimental. Temos aqui uma concepção mais elaborada e sofisticada de uma teoria física que é a concepção metodológica, antecipando, de certo modo, a proposta de Popper.

Diferentemente dos pragmatistas, Duhem argumenta que, se, por um lado, a lógica e o método empírico não possuem poder para legitimar a aplicação do princípio da subdeterminação ou do princípio da unidade lógica em teoria física, há, por outro, muitas razões, distintas das puramente lógicas, que nos permitem tomar decisões racionais. Tais

decisões contêm considerações lógicas e empíricas, mas não se reduzem a elas. Ele afirma:

Não podemos, portanto, se invocamos exclusivamente razões de ordem lógica, condenar a incoerência lógica em física teórica. Mas as razões de ordem puramente lógica não são as únicas que dirigem racionalmente nosso juízo; o princípio de contradição não é o único ao qual nos é permitido recorrer. (DUHEM, 1893b, p. 367)

Essa passagem apresenta sua nova abordagem da racionalidade, um meio para avaliar criticamente teorias científicas. Como afirmei previamente, o conceito de legitimidade é baseado em um sistema de valores, objetivos, padrões, teses e meios, e é examinado em termos da adequação dos meios para atingir os fins propostos. Assim, trata-se de uma decisão metodológica e de um juízo de valor. Essa decisão, todavia, deve levar em conta os princípios axiológicos colocados por cada teoria específica da ciência. Ademais, tais princípios se encontram sujeitos às restrições proporcionadas pelas teses ontológicas e epistemológicas. Duhem desenvolve uma teoria da dinâmica do conhecimento científico capaz de promover um progresso contínuo e racional em direção a uma teoria ideal interpretada como classificação natural.

Desse modo, é precisamente pela busca da realização da teoria ideal, como classificação natural, via teoria da convergência da verdade, a qual afirma tratar-se de uma aproximação contínua e racional da teoria ideal, que separa Duhem da escola pragmática.

Esse sistema de teses, objetivos, regras e padrões torna sua teoria da ciência um verdadeiro termo médio (*middle ground*) entre as concepções metafísica e pragmatista/empirista (tema de outro artigo). Ele explicita seu compromisso de desenvolver essa concepção alternativa, destacando:

Assim, afirmando que a física matemática não é a explicação do mundo material, mas uma simples representação das leis descobertas pela experiência, evitamos a obrigação de declarar verdadeira, para cada ordem dos fenômenos, uma teoria com a exclusão de todas as demais. Mas não somos condenados por isto a adotar todas as teorias, logicamente constituídas, de um mesmo conjunto de leis: temos, para escolher entre elas, regras bastante seguras que, com frequência, nos permitem preferir razoavelmente uma entre todas as outras. (DUHEM, 1892, p. 170)

O aspecto fundamental dessa proposta de um meio termo metodológico repousa no reconhecimento de que o problema das decisões racionais transcende a análise lógica e o método empírico. Essa nova concepção de racionalidade deverá supostamente reproduzir o processo de tomada

de decisão da ciência, de modo mais fiel, como é ilustrado pela história da mesma (DUHEM, 1915, p. 29; 1892, p. 167; 1895, p. 393).

Como fazer para que seja possível realizar esse processo de convergência para a teoria ideal? Duhem tem compromissos com uma concepção racionalista da ciência. O núcleo dessa concepção é seu método de escolha de teorias formado de um conjunto critérios e regras, através dos quais se pretende testar teorias no sentido de encontrar sempre uma melhor. Um elemento central desse método de escolha é que as teorias físicas podem ser contraditas pelos testes, ou seja, que o método de escolha de teorias deve ser conclusivo pela falsidade. A crença de que o método de escolha pode produzir contradições entre a teoria e os dados é essencial para sua teoria dinâmica do conhecimento científico, que faz com que as teorias progridam na forma de uma aproximação sucessiva e contínua da teoria ideal como uma classificação natural. A progressão em direção à teoria ideal é por meio de eliminação de teorias contraditórias com os fatos. Isso não é outra coisa que o falseamento de Popper. Daí se segue a primeira regra de sua teoria da escolha.

Para Duhem, a primeira regra da escolha e justificação das teorias físicas face à sua avaliação pelos procedimentos de testes empíricos é aquela denominada, por ele, princípio lógico de Carnot. Tal princípio lógico tem o seguinte conteúdo:

De um ponto de vista lógico, o princípio formulado por Carnot é incontestável; uma teoria física formalmente contradita por um fato bem estabelecido é uma teoria que seria absurdo defender. (DUHEM, 1895, p. 392-393)

Esse comentário sobre o uso do princípio lógico de Carnot, de que se trata de um absurdo a tentativa de defesa de uma teoria contradita pelos dados bem estabelecidos, não é outra coisa que a interpretação de Kuhn sobre o método da falseabilidade nu e cru de Popper, classificado de falsificacionismo ingênuo por Lakatos, o qual contesta não ser essa a proposta de Popper. Na utilização dessa regra, Duhem se afasta de Poincaré, por aceitar a possibilidade de decisão conclusiva pela falseabilidade de uma teoria física. Essa regra é parte da metodologia de Duhem para construir sua concepção como um termo médio entre a concepção metafísica da ciência e a concepção convencionalista/pragmatista. No entanto, essa regra faz parte de sua metodologia para demarcá-lo da concepção de Poincaré, para quem a regra principal é a da subdeterminação da teoria pelos dados, portanto, de não decisão conclusiva nem pela verdade nem pela falseabilidade.

Duhem considera e aplica esse princípio fundamental em diversas partes de seu trabalho como a regra por excelência da etapa da rejeição e, por conseguinte, da falseabilidade de uma teoria física. Duhem define o critério de rejeição de uma teoria física como aquele da contradição pelos fatos, por exemplo: “Em física, um critério apenas permite a *rejeição como falso* de um juízo que não implique uma contradição lógica: o relato de um desacordo flagrante entre este juízo e os fatos da experiência” (DUHEM, 1980, p. 97, grifos meus).

O compromisso de Duhem com a decidibilidade conclusiva, ainda que metodológica, pela falseabilidade, é reafirmado, quando revela “[...] manter uma teoria que os fatos desmentem é demonstrar uma obstinação pueril” (DUHEM 1892, p. 167). Nesses comentários, Duhem caracteriza como a principal condição para buscar a rejeição das teorias físicas, isto é, a contradição da teoria pelos dados. Nesse compromisso com a decidibilidade conclusiva, ele tem como pressuposto seu compromisso com o princípio empirista da testabilidade e a regra da rejeição. Como consequência, tais comentários se opõem à interpretação de que Duhem defende uma proposta, identificando-a com aquela de Poincaré, na qual a teoria física não é refutável pela experiência.

Contudo, se ele aceita a aplicação do princípio da testabilidade, admitindo a rejeição como uma característica do método experimental, ele igualmente faz uma crítica a um aspecto da concepção empirista, de que os dados são separados da teoria e considerados como brutos. Segundo Duhem expressa por meio de uma tese epistemológica, os dados são impregnados pela teoria, não há separação entre teoria e dados. A impregnação teórica das proposições científicas, por sua vez, leva à questão da interpretação dessa mesma refutabilidade empírica. A resposta à nova contextualização metodológica da noção de rejeição é dada pela sua segunda regra.

A segunda regra metodológica afirma que a interpretação da rejeição empírica de uma teoria pelos dados se encontra resumida na famosa tese de Duhem (tese D), a qual sustenta que não se pode falsificar conclusivamente hipóteses pelos dados, mas apenas teorias como um todo. No entender de Duhem, a tese D é uma consequência de suas teses epistemológicas sobre a impregnação dos dados pela teoria e de que a teoria como física matemática tem uma estrutura representacional (DUHEM, 1917, p. 153). Portanto, como ele mesmo ressalta,

[...] buscar separar cada hipótese da física teórica das demais pressuposições sobre as quais esta ciência repousa, de modo a sujeitá-la isoladamente ao teste observacional, é buscar uma quimera (DUHEM, 1974, p. 200).

A interpretação (tese D) da relação entre teorias rivais e experimentos é ainda iluminada pela mudança sutil, mas extremamente decisiva, operada por Duhem na interpretação que Poincaré oferece dos experimentos cruciais. Duhem concorda com Poincaré em que o método experimental não pode confirmar a teoria física; todavia, ele se distancia do filósofo pragmatista e concorda com a concepção clássica, relativamente ao fato de que esse método pode rejeitar teorias físicas.

No entender de Duhem, não há experimentos cruciais, é verdade, mas, apenas, para quaisquer hipóteses tomadas isoladamente, e não para a teoria como um todo. Com efeito, Duhem salienta:

Esta é uma característica geral do método experimental; jamais é possível submeter ao controle da experiência uma hipótese isolada, mas apenas o conjunto de hipóteses – e, em geral, elas são inúmeras – que constituem uma teoria. (DUHEM, 1894, p. 112, grifos meus)

Em consequência, o método experimental não pode estabelecer nem a verdade, nem a falsidade das proposições científicas (tese D), porque não testa diretamente hipóteses, mas teorias. Porém, as teorias físicas como um todo podem ser refutadas e rejeitadas por esse método. O problema para a concepção de Duhem consiste em definir o que vem a ser “como um todo”.

Essa construção metodológica do método experimental tem de se mostrar adequada para operacionalizar sua concepção do progresso científico comprometida com o crescimento do conhecimento em direção à teoria ideal. O fato de o método de escolha assumir que se pode decidir conclusivamente pela rejeição da teoria é um desses elementos que fazem o ajuste do método com os fins pretendidos pela teoria da dinâmica do conhecimento, que é a aproximação contínua e racional (por meio de critérios) à teoria ideal.

Todavia, conforme Duhem, a regra do princípio lógico de Carnot não governa completamente a relação entre teoria e experimento. A razão para isso é que essa regra não retrata completamente os fatos reportados pela história da ciência, envolvendo situações de testes experimentais. Do mesmo modo como Kuhn critica a pretensa ideia da suficiência regra da contradição da teoria pelos fatos para a rejeição da teoria, Duhem rejeita o princípio lógico de Carnot como componente isolado de sua metodologia da concepção da ciência, fazendo uso da mesma abordagem e dos mesmos argumentos que Kuhn. Duhem conduz, assim como Kuhn, uma análise histórica detalhada dessa análise lógica. Para ele, a história da ciência revela que o comportamento do cientista, em sua interpretação de uma experiência de refutação como essa, em que uma

teoria é contradita pelos fatos, não é corretamente retratada pela regra do princípio lógico de Carnot.

Conforme Duhem, a regra mais apropriada para a estrutura da escolha de teorias é o que podemos denominar regra histórico-lógica, em lugar do princípio lógico de Carnot ou de forma a completá-lo. Essa regra histórico-lógica completa a estrutura do processo de rejeição de uma teoria contradita pelos fatos. Os inúmeros trabalhos de Duhem sobre a história da ciência mostram abundantemente que o cientista só irá rejeitar uma teoria que ele sabe contradita pelos fatos, quando houver uma teoria melhor. Ele assinala:

De um ponto de vista lógico, o princípio formulado por Carnot é incontestável; uma teoria física formalmente contradita por um fato bem estabelecido é uma teoria que seria absurdo defender; mas a história da ciência é tecida com os relatos das violências que este princípio sofreu; o espírito humano possui uma tal necessidade de agrupar os fatos da experiência em uma teoria que ele recusa sempre a abandonar um sistema contradito pela observação; ele multiplica as estratagemas, os subterfúgios, as falsas explicações para contornar ou dissimular a objeção, preferindo manter uma teoria falsa do que ser condenado, abandonando-a, ao caos do empirismo. Se se decide rejeitar a hipótese controversa, é somente quando outra hipótese, mais geral, mais ampla, permitiu agrupar, em uma mesma síntese, os fatos que já se podia explicar, bem como aqueles que, até o momento, permaneciam inexplicados. Refutar uma ideia falsa de nada serve se não se proclama, ao mesmo tempo, a ideia correta que deve substituí-la (DUHEM, 1895, p. 392-393, grifos meus).

Assim, a passagem imediatamente anterior completa a de Duhem, mencionada antes, para definir de modo mais completo o significado do princípio lógico de Carnot para transformá-la num princípio histórico-metodológico como veremos com o desenvolvimento da argumentação. Com essa passagem, chegamos a uma visão mais completa e complexa sobre o processo de escolha da teoria física com uma metodologia mais elaborada da estrutura do processo de escolha racional da teoria.

O primeiro elemento a sublinhar aqui é que Duhem defende a ideia de que o processo de escolha envolve elementos extralógicos, metodológicos, indo muito além da análise puramente lógica, que é sinteticamente capturada pelo princípio lógico de Carnot. O comentário e a análise de Duhem sobre esse processo mostram a qualidade do trabalho, tanto em termos de amplitude quanto de profundidade, acerca do método de escolha de teorias, quando confrontadas pelos dados. Para ele, a história dessas situações de escolha de teorias, em seus testes experimentais, revela um complexo metodológico, portanto, para além da análise

lógica, de sorte que devemos retificar e completar o princípio lógico de Carnot.

O segundo ponto a notar aqui, nessa passagem sobre o processo metodológico de escolha de teorias, é que Duhem concebe tal processo como composto de uma dicotomia metodológica fundamental: refutação e rejeição. A primeira etapa do teste de escolha é a refutação. Esta se dá pelo estabelecimento de uma contradição, no caso da teoria pelos fatos. Tal princípio da refutabilidade pressupõe que o método experimental é um método de refutabilidade e que a teoria física é refutável pelos dados. Esta é a interpretação duhemiana do princípio da testabilidade empírica. Não podemos esquecer que, no interior da concepção convencionalista/pragmatista, o método experimental é interpretado como não sendo capaz de validar ou falsear teorias físicas, e as proposições científicas são tomadas como convenções.

A crença na decidibilidade conclusiva pela refutação da teoria pelos dados é um elemento crucial de sua teoria dinâmica. Ele é também um elemento essencial de seu método de escolha como sendo da natureza de uma racionalidade criterial. Aqui pode estar a origem do princípio da falseabilidade de Popper, no entanto, como podemos notar, é também o principal princípio da teoria da escolha de Duhem. É dessa possibilidade de refutação da teoria como um todo, pelos dados, que se constrói a dinâmica do desenvolvimento científico em busca da teoria ideal.

A tese D, que afirma a testabilidade e, pois, a possibilidade de refutação da teoria como um todo, pelos dados, é igualmente objeto de escrutínio rigoroso da análise tanto lógica quanto histórica de Duhem. A história do desenvolvimento da ótica, apresentada por Duhem, proporciona uma importante interpretação metodológica do experimento de Wiener:

Isso não é, de resto, uma particularidade da experiência realizada por O. Wiener; é uma característica geral do método experimental. Não é possível jamais submeter ao controle da experiência uma hipótese isolada, mas apenas o conjunto de hipóteses – e, em geral, elas são inúmeras – que constituem uma teoria. Se a experiência contradiz as previsões do teórico, ela jamais condena especificamente uma de suas hipóteses, mas apenas o sistema inteiro de suas suposições. Ela o convida a alterar algo nesse sistema, não lhe diz o que mudar. Numa palavra, o *experimentum crucis*, tal como o imagina o filósofo baconiano, é impossível em física. Basta-nos, hoje, indicar incidentalmente esse princípio. (DUHEM, 1894, p. 112)

Esse fragmento mostra com clareza que a concepção de Bacon do experimento crucial não se aplica à física. A consistência desse

enunciado com o reiterado apelo, por parte de Duhem, a experimentos que contradizem teorias físicas (não hipóteses), o que define sua interpretação do método experimental, evidencia que esse não é um método de prova, como Bacon e outros teóricos da física clássica pensavam (DUHEM, 1985, p. 109; 1974, p. 190). Ele não serve para validar teorias físicas. Contudo, de acordo com Duhem, ele pode ser empregado para refutar teorias físicas (como um todo).

O terceiro ponto diz respeito à rejeição ou não da teoria estabelecida como falsa, ou seja, da teoria refutada pelos dados. Na geometria ou na matemática, por exemplo, com o uso do método de redução ao absurdo, é um absurdo manter uma proposição contradita por outra bem estabelecida. O que se tem, nesse caso, é a incorporação de sua negação ao sistema e, assim, que desse sistema se prova qualquer coisa.

Na sequência do texto, pode-se notar que o que Duhem está sustentando, pela análise histórica, é que o teste efetivo de escolha e justificação de uma teoria não é uma relação apenas entre a teoria e a natureza, mas antes, e principalmente, ele é uma relação entre duas teorias e a natureza, porque “[r]efutar uma ideia falsa de nada serve se não se proclama, ao mesmo tempo, a ideia correta que deve substituí-la” (DUHEM, 1895, p. 393).

O quarto ponto – é importante notar que, se, por um lado, de um ponto de vista lógico, uma teoria refutada, contradita pelos dados, deve ser rejeitada, por outro, sob uma perspectiva histórica, a rejeição ocorre apenas se verificadas certas condições específicas, isto é, desde que uma teoria melhor se encontre disponível para substituí-la. A razão básica para essa exigência consiste em evitar uma concepção empirista radical, com seu inevitável caos. Outra razão é que a história da ciência não proporciona suporte para a aplicação estrita do princípio lógico de Carnot. Ela não demonstra que os cientistas abandonam instantaneamente as teorias refutadas pelos dados; ao contrário, eles retêm teorias que sabem ser falsas.

O quinto ponto, o convencionalismo/pragmatismo, que com frequência emprega uma estratégia semelhante àquela descrita pela tese D2, revela-se mais ajustado à tendência do espírito humano do que o empirismo, uma virtude da rejeição instantânea, por parte deste último, de teorias refutadas.

O sexto ponto consiste em salientar que a história (além de sugerir modificações em nossas análises formais e concepções epistemológicas) também nos indica o que é uma teoria melhor do que outra, uma condição fundamental a fim de ocorrer a aplicação efetiva do método de escolha.

A esse respeito, Duhem arrola as seguintes condições: uma teoria é melhor que uma rival se (1) explicar os fatos já conhecidos, bem como (2) aqueles que não eram explicados pela anterior (DUHEM, 1895, p. 392).

Tais condições atribuem à história da física teórica uma concepção racional da mudança científica. Ora, uma vez que elas tornam racional a escolha entre teorias, ainda se constituem em uma estratégia anti-indutivista. Com efeito, como Lakatos observa, “[...] o historiador indutivista não pode oferecer uma explicação racional ‘interna’ de por que certos fatos, e não outros, foram inicialmente selecionados. Para ele, este é um problema externo, empírico, não racional” (LAKATOS, 1971, p. 94). Assim, a análise histórica leva Duhem a transformar o princípio lógico de Carnot (o qual exige que uma teoria contradita pelos dados seja rejeitada) em uma regra histórico-metodológica, conectando a rejeição de uma teoria à aceitação de outra rival e melhor.

O uso estrito desse princípio seria devastador para a ciência, em sua busca do progresso contínuo. Tal princípio não se ajusta metodologicamente nem à realização da tese axiológica que estabelece a busca do progresso contínuo em direção à teoria ideal, nem tampouco proporciona uma descrição racional do modo como cientistas tomam decisões. Ele não contribui de modo algum para a obtenção da teoria ideal. Ao contrário, ele deixa a ciência sem qualquer guia. Duhem reafirma a inadequação de seguir estritamente a análise lógica da ciência.

Como vimos, a regra que expressa o princípio lógico de Carnot é fixada por condições lógicas, enquanto a regra a qual exprime o princípio histórico-metodológico de Carnot se encontra rodeada por condições metodológicas. Ela é o resultado de uma ação não apenas passiva, mas ativa, da história na correção e retificação dos instrumentos metodológicos e epistemológicos que forjam a normatividade da teoria da ciência. A história aparece aqui como ajudando, forjando e elaborando ou reelaborando os instrumentos análise e da reflexão sobre a ciência. Nesse passo, é difícil não reconhecer que Duhem apresenta a melhor descrição da complexidade do processo real de escolha envolvida na seleção de teorias, sublinhando a importância do papel da história da ciência em apontar as limitações e a insuficiência da análise formal do processo de escolha e, por aqui, da presença dos elementos extralógicos, portanto, de natureza metodológica.

O primeiro exemplo em que a história poderia estar contribuindo para sublinhar a necessidade de mudanças na regra ou princípio lógico de Carnot, de tal modo a fazer um ajuste que permitisse incorporar uma complexidade maior em termos metodológicos do que a lógica pura do método experimental implicava, vem da história do desenvolvimento da teoria do calórico. As circunstâncias históricas evidenciam claramente que, em processo de escolha, muitos cientistas têm consciência de que a teoria de que eles dispõem se encontra refutada e, ainda assim, permanecem com ela. A razão? Não têm outra teoria para colocar no lugar.

Em 1807, por exemplo, havia muitos fatos que contradiziam a teoria do calórico ou dos quais não se possuía uma explicação plausível. Não obstante isso, a teoria do calórico não foi rejeitada, já que não existia uma melhor para substituí-la. Por outro lado, havia um compromisso crescente com a ideia de que o calor é movimento. Essa ideia, contudo, ainda não tinha se desenvolvido em uma teoria articulada, a ponto de dar conta de todos os fatos que a teoria do calórico explicava. Desse modo, embora todas as condições para sua substituição tenham sido satisfeitas, a ideia de que o calor é movimento ainda não havia atingido o estatuto de uma teoria melhor. Duhem descreve as circunstâncias que envolviam o processo de tomada de decisão, com respeito à teoria do calórico:

Laplace, Berthollet, Desormes e Clémont, todos partidários da teoria do calórico, sabiam que a fricção produz calor; todos admitiam, mais ou menos claramente, que este fato constante, inegável contradizia suas hipóteses. Continuavam, todavia, a raciocinar como se essas hipóteses fossem verdadeiras; a suposição de que o calor é a manifestação sensível de certa substância material será abandonada somente quando uma teoria nova, considerando o calor como o efeito produzido em nossos órgãos por um gênero particular de movimento, tivesse dado conta não apenas dos fenômenos explicados pelos partidários do calórico, mas também daqueles que seus adversários lhes objetam (DUHEM, 1895c, p. 393).

Concluindo, apesar de haver fatos que contradiziam a teoria do calórico, e embora os cientistas desejassem aceitar que a teoria do calórico fora refutada pelos fatos, a maioria da comunidade científica ainda trabalhava com essa teoria, porque, naquele momento, não havia uma teoria disponível para substituí-la.

Foi somente o surgimento de um novo princípio, na base de uma teoria mecânica do calor, que levou à rejeição definitiva da teoria do calórico. A teoria mecânica do calor surgiu como uma teoria melhor do que a teoria do calórico.

A análise apresentada por Duhem acerca da teoria do calórico constitui muito mais do que mero exemplo de sua concepção do princípio lógico histórico de Carnot. Como vimos acima, trata-se de uma regra essencial para sua análise do desenvolvimento científico. No seu entender, não constitui uma regra sustentada apenas por acaso, no decurso de seus estudos históricos. Duhem a transforma no aspecto central de dois outros estudos históricos – sua discussão histórico-crítica do princípio do trabalho máximo, publicada em seu artigo “Thermochemie” (DUHEM, 1897a, p. 5-36) e em seu livro *Introduction à la Mécanique Chimique* (DUHEM, 1893c). Neste último trabalho, as considerações históricas de Duhem sobre os fundamentos da físico-química, de acordo

com a termodinâmica, ilustram muito bem essa regra (DUHEM, 1897, capítulos IV-IX e X). Mas ele vai um pouco além, empregando tal regra para descrever racionalmente sua decisão de estabelecer o potencial termodinâmico, em detrimento do princípio do trabalho máximo, como o princípio básico da físico-química. Em seu texto, ele busca mostrar a razão pela qual os cientistas devem abandonar a termoquímica baseada no princípio do trabalho máximo (DUHEM, 1893c, capítulos IV-IX; 1897, p. 5-36).

Outra aplicação do princípio lógico-histórico de Carnot é feita nesse mesmo volume, com o exemplo da pilha (DUHEM, 1893c, capítulo X). Nessa aplicação, concomitantemente à afirmação da regra histórico-lógica, ele sublinha o critério de rejeição de uma teoria, a saber, o desenvolvimento de uma nova que seja melhor que as anteriores. E ele novamente é bastante explícito a propósito das regras pressupostas no processo de tomada de decisão científica:

Quando a experiência contradiz uma lei, a um só tempo muito geral e muito simples, apoiada por importantes autoridades, é raro que essas contradições gerem imediatamente as conseqüências que deveriam logicamente produzir: a supressão da lei. A primeira tentativa dos físicos é, em geral, de contornar, através de hábeis interpretações, as objeções da experiência, a fim de salvar a lei atacada. É somente quando uma teoria nova não apenas mostrou que a lei admitida até aquele instante era falsa, mas ainda indicou a nova que lhe deveria substituir, que a maior parte das mentes renunciam ao erro há muito acatado. Encontramos um primeiro exemplo dessa lei histórica estudando as vicissitudes da teoria termoquímica; a teoria da pilha nos fornece um segundo exemplo. (DUHEM, 1893c, p. 124)

A análise de Duhem do princípio lógico de Carnot, transformando-o no princípio lógico-histórico de Carnot, tem o mesmo resultado que Kuhn e Lakatos reivindicam, nas passagens mencionadas. Contudo, como ambos os autores não fazem qualquer menção aos trabalhos de Duhem sobre esse tema e até sobre outros aspectos, fica aqui a hipótese de que eles não o conheciam e, portanto, não tiveram acesso aos trabalhos de Duhem. A surpresa sobre esse desconhecimento é que os trabalhos históricos e filosóficos de Duhem sobre a ciência são de grande magnitude analítica e histórica, e, talvez, sem medo de errar, de tal ordem que mesmo hoje há poucos que se comparam em amplitude e profundidade de conhecimento sobre a história e a filosofia da ciência. Trata-se de um trabalho impressionante para que historiadores e epistemológicos o desconhecem. Impressiona que a qualidade de seu trabalho lógico-analítico sobre esse tema da escolha de teorias e a quantidade de análise histórica conduzida, tanto para encontrar

a caracterização metodológica adequada desse princípio quanto de proporcionar legitimidade a suas reflexões, quer epistemológicas, quer metodológicas, fossem desconhecidas por esses autores. Entretanto, não se pode desconsiderar que Duhem poderia ter sido tomado, pelo seu ambiente acadêmico, como uma espécie de pensador e pesquisador maldito, por suas posições extra-acadêmicas, como seu conservadorismo religioso, sua posição antirrepublicana e outros desajustes de época.

Referências

- CHIAPPIN, J. R. N. *Duhem's Theory of Science: an interplay between History and Philosophy of Science*. Ph.D Thesis. University of Pittsburg, 1989.
- DUHEM, P. "Quelques réflexions au sujet des theories physiques", *Revue des Questions Scientifiques*, 31 (1892), p. 139-177.
- DUHEM, P. "Physique et Métaphysique". *Revue des Questions Scientifiques*, 34 (1893a), p. 55-83.
- DUHEM, P. "L'École Anglaise et les Théories Physiques, à propos d'un livre de W. Thompson". *Revue des Questions Scientifiques*, 34 (1893b), p. 345-378.
- DUHEM, P. *Introduction à la Mécanique chimique*. Paris: Georges Carré, 1893c.
- DUHEM, P. "Les Théories de L'optique". *Revue des Deux Mondes*, CXXIII (1894), p. 94-125.
- DUHEM, P. "Les Théories de la Chaleur-II. Les créateurs de la Thermodynamique". *Revue des Deux Mondes*, CXXX (1895), p. 380-415.
- DUHEM, P. *Termochimie, à propos d'un livre récent de M. Marcelin Berthelot*. Paris: Librairie Scientifique A. Hermann, 1897.
- DUHEM, P. *La Science Allemande*. Paris: A. Hermann et fils, 1915.
- DUHEM, P. *Notice sur les titre et travaux scientifiques de Pierre Duhem*. Paris: Gauthier-Villars, 1917.
- DUHEM, P. *The aim and Structure of Physical Theory*. New York: Atheneum Press, 1974.
- DUHEM, P. *Evolution of Mechanics*. The Netherlands: Sijthoff & Noordhoff, 1980.
- DUHEM, P. *To Save the Phenomena*. Chicago: University of Chicago, 1985.
- KUHN, T. *Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva. 1975.
- LAKATOS, I. "O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica". In.: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Org.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Editora Cultrix/Editora da Universidade de São Paulo, 1979, p. 109-243.
- LATSIS, S. J. "A research programme in economics". In: LATSIS, S. J. (Ed.). *Method and Appraisal in Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- POINCARÉ, H. "Sur l'expérience de M. Wiener". *Comptes Rendus*, CXII (1891), p. 325-329.
- POINCARÉ, H. *Électricite et Optique: la lumière et les théories electrodynamiques*. Leçons professées à la Sorbonne en 1888 et 1899. Paris: Gauthier-Villars, 1901.

POINCARÉ, H. *Science and Method*. New York: Dover, 1952.

POPPER, K. R. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix, 1975.

WORRAL, J. "Scientific Realism and Scientific change". *Philosophical Quartely*, 32 (1982), p. 201-231.

Endereço postal:

Departamento de Economia, FEA – USP
Avenida Professor Luciano Gualberto, 908
Butantã, SP, Brasil

Data de recebimento: 31/05/13

Data de aceite: 28/09/15