

A CONCEPÇÃO DUHEMIANA DE CIÊNCIA EXPERIMENTAL

JULIANA BARBOSA BRITO

Mestranda em Filosofia pela Universidade Federal da Bahia – UFBA

E-mail: juliana-b@hotmail.com

RESUMO: Este artigo tem como objetivo mostrar a reflexão filosófica do físico e filósofo francês Pierre Duhem sobre a ciência experimental no que tange à relação entre teoria e experiência. Duhem defende que o objetivo das teorias físicas não é fornecer uma explicação verdadeira sobre o mundo, pois o método experimental não possui o papel de descobrir a essência dos fenômenos observados. O objetivo das teorias, para ele, é representar uma série de leis experimentais por meio de proposições matemáticas e, por esse método, nenhuma teoria pode ser estabelecida definitivamente. Portanto, esse artigo percorre os argumentos duhemianos na caracterização da ciência experimental, bem como a análise do seu método, objetivo e limites.

Palavras-chave: Epistemologia. Experiência. Método. Teoria física.

RÉSUMÉ: Cet article vise à montrer la réflexion philosophique du physicien et philosophe français Pierre Duhem sur la science expérimentale en ce qui concerne la relation entre théorie et expérience. Duhem soutient que le but des théories physiques n'est pas de fournir une véritable explication du monde, puisque la méthode expérimentale ne présente pas de la faculté de découvrir l'essence des phénomènes observés. Pour lui, l'objectif des théories est de représenter une suite de lois expérimentales à travers des propositions mathématiques et, par cette même méthode, aucune théorie ne peut être établie définitivement. Cet article porte donc sur les arguments de Duhem dans la caractérisation de la science expérimentale, ainsi que sur l'analyse de sa méthode, son but et ses limites.

Mots-clés: Épistémologie. Expérience. Méthode. Théorie physique.

1. INTRODUÇÃO

Pierre Duhem se empenhou na análise da natureza da teoria física de modo a procurar respostas para questões como “Qual é a natureza da teoria física?”, “Qual o real alcance epistêmico da teoria?” ou ainda “A teoria física é uma explicação ou uma representação da realidade?” Paralelo a isso seu empenho estava voltado também ao estudo dos pressupostos metodológicos da ciência física.

Para tanto, Duhem faz da história da ciência um laboratório para suas reflexões

com o intento de buscar fatos que fundamentam sua noção de teoria física. Nesse percurso histórico Duhem encontrou fatos na ciência que não coadunam com a visão clássica de que o objetivo da teoria física é *explicar* os fenômenos. Tal visão implica em atribuir à teoria física o papel metafísico de desvelar a causa última dos fenômenos a fim de explicar o funcionamento dos corpos. Mas será que a experiência realmente nos coloca em contato com a essência dos fenômenos? Duhem responde negativamente e constrói um conjunto de argumentos contra essa posição essencialista, reformulando, assim, o papel da experiência em sua relação com a teoria.

O edifício da física se ergue de modo que nem a lógica pura e nem os puros dados da experiência são suficientes para suportá-lo. A concepção segundo a qual a ciência produz verdades absolutas através das teorias asseguradas pelos dados da experiência é algo que já foi impugnado por muitos filósofos, mas continua sendo assunto discutido nos âmbitos da história e da filosofia da ciência e encontra em Duhem uma força a mais para miná-la. O físico francês foi um destes pensadores que defendeu a tese de que o objetivo das teorias físicas não é fornecer uma explicação verdadeira sobre o mundo, mas sim representar uma série de leis experimentais por meio de proposições matemáticas. As evidências históricas comprovam como é ingênuo pensar a atividade científica como criadora de verdades incontestáveis sobre o mundo. Sendo assim, a defesa de Duhem é que a teoria é mais uma descrição do comportamento dos fenômenos do que a sua explicação. Ela não pretende descobrir e explicar a essência que existe por trás dos fenômenos, ela apenas é uma representação das leis que regem tais fenômenos. Todas essas ideias duhemianas que acabamos de citar estão fundamentadas pela sua concepção de método experimental.

Como um grande crítico da ideia de que a ciência formula hipóteses e as coloca sob o crivo da experiência para prová-las verdadeiras ou falsas, e que somente a experiência é capaz de dizer quais teorias são aceitáveis ou não, Duhem apoia a justificação dos seus argumentos não apenas nos exemplos que a história da ciência permitiu reunir e a sua própria vivência enquanto físico, mas, sobretudo, em sua tese holista: “uma experiência em física nunca pode condenar uma hipótese isolada, mas somente todo um conjunto teórico”. Sua asserção é que teorias só podem ser testadas em blocos e, por conseguinte, as experiências de prova nos dizem apenas se a teoria em seu conjunto sobreviveu ou não ao teste. Se a previsão da teoria não ocorre, a experiência não tem como indicar em que ponto esta o erro uma vez que o físico lança mão de todo um arcabouço teórico no momento do teste. A questão não é que as hipóteses não podem ser criadas e subsistirem isoladamente, mas que elas não podem ser testadas isoladamente porque existem pressupostos que não têm como ficar fora do experimento. O holismo de Duhem, levado às últimas consequências, coincide com um rigoroso exame do método experimental tal como é usado na ciência Física.

2. O PAPEL DA TEORIA FÍSICA E A EXPLICAÇÃO METAFÍSICA

Se partirmos de uma definição amplamente aceita para o conceito de ciência ao longo da história, esta poderia ser resumida pelas palavras de J. J. Davies em seu livro *On the Scientific Method*, de 1968, segundo a qual “ciência é uma estrutura construída sobre fatos”¹. Entretanto, podemos afirmar que Duhem aceitaria essa visão até certo ponto. Com efeito, os fatos e o devido domínio deles são o primeiro degrau – um tanto primitivo – que o espírito humano deve se colocar para conhecer o mundo. Mas o que são os fatos e como é possível conhecê-los? No âmbito estritamente científico, os fatos significam um estado de coisas que nos chegam aos sentidos através da observação e da experiência e, conseqüentemente, “o conhecimento de um grande número de fatos forma um aglomerado confuso que constitui propriamente o *empirismo*”². O que fazer com cada fato novo que as novas experiências e observações nos trazem? Uma grande parte da tradição filosófica e científica nos diria que a partir do conhecimento de certo número de fatos particulares podemos chegar, por generalização, ao conhecimento das leis experimentais. Seria o procedimento do método indutivo. Vale ressaltar que existiu uma divergência em relação ao método indutivo no pensamento de Duhem. Houve uma mudança de postura entre o seu primeiro escrito filosófico *Quelques Réflexions au Sujet des Théories Physiques*, de 1892, e os textos subsequentes. No primeiro ensaio, embora Duhem tenha iniciado uma crítica à indução, ele ainda recomendava o método indutivo contra os excessos do mecanicismo. A análise do método experimental realizada até a publicação de *A Teoria Física* mostra a conclusão de Duhem sobre a insuficiência da indução; esse fato é, para Brenner (1990), uma profunda evolução do seu pensamento³ (não queremos analisar os mecanismos do método indutivo e suas conseqüências, tampouco a legitimidade com a qual passamos do conhecimento dos fatos particulares ao conhecimento das leis gerais; pretendemos, agora, apenas analisar o próprio conhecimento dos fatos, mais especificamente, das leis experimentais segundo Pierre Duhem).

A descoberta das leis experimentais não é o final da trajetória que o espírito do cientista percorre, além disso, o cientista necessita ainda de uma ferramenta que o ajude a operar o aglomerado de leis que a observação o permitiu conhecer. Para Duhem essa

1 Referência retirada do livro FRENCH, S. *Ciência: conceitos-chave em Filosofia*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

2 DUHEM (1989a, p. 13).

3 Cf. BRENNER (1990, p. 37).

ferramenta é a teoria física. Em seu primeiro ensaio filosófico já citado, *Algumas Reflexões Sobre as Teorias Físicas*, Duhem começa por estabelecer uma espécie de hierarquia entre empirismo, ciência experimental e ciência teórica no que diz respeito ao conhecimento oriundo da Física.

O conhecimento das leis experimentais constitui a *ciência puramente experimental*, tão elevada acima do empirismo como a lei o é acima do fato particular. Mas a ciência puramente experimental não é o último termo do conhecimento do mundo exterior. Acima dela está a *ciência teórica*. Aquilo que nos propomos estudar é a natureza dessa ciência, tomando como exemplo a teoria mais próxima da perfeição, que recebeu o nome de *física matemática* (DUHEM, 1989a, p. 13) (grifos do autor).

Os três degraus do conhecimento indicados por Duhem, quais sejam, o conhecimento dos fatos, das leis e da teoria, já aponta para a supremacia da física teórica, e é ela, portanto, a ciência sobre a qual iremos dissertar na primeira parte desse trabalho, cujo papel é algo caro à epistemologia duhemiana, de modo que a noção de teoria física é o alicerce de todo o seu sistema filosófico e científico.

No início da obra *A Teoria Física: seu objeto e sua estrutura* (1906), Duhem coloca a questão de fundo da sua epistemologia: *Qual o objetivo da teoria física?* e nos apresenta dois pontos de vista distintos em resposta a ela. O primeiro afirma que o objetivo da teoria física é a *explicação* de um conjunto de leis experimentais, o segundo, por sua vez, afirma que a teoria tem por meta *representar* as leis experimentais sem pretender explicá-las. Os argumentos de Duhem seguem em prol do segundo ponto de vista e em completo desacordo com o primeiro.

Para Duhem, as teorias representam leis científicas e esse caráter representativo difere essencialmente da posição muito aceita por uma parte da tradição filosófica segundo a qual a teoria física tem por objeto a *explicação* dos fenômenos físicos desvelando a realidade subjacente a eles, como defendem as escolas cosmológicas peripatética, newtoniana, atomista e cartesiana⁴. Vejamos as razões pelas quais Duhem discorda da noção de teoria física considerada como explicação através da sua compreensão de demarcação entre física e metafísica, rigorosamente apresentada em seu artigo de 1893, intitulado *Física e Metafísica*⁵.

Duhem coloca o campo estrito da física e o campo estrito da metafísica em dois degraus que o homem precisa escalar para obter um conhecimento mais completo do mundo. O primeiro degrau é aquele que se encontram os fenômenos observáveis, capazes de serem conhecidos pelos nossos sentidos, é o conhecimento físico do mundo. O segundo, e mais elevado, é o degrau onde o espírito humano é capaz de *induzir* as propriedades

4 DUHEM (2014, p. 38).

5 DUHEM, P. *Physique et Métaphysique. Revue des Questions Scientifiques*, XXXIV, 1893, p. 55-83.

das substâncias que causam os fenômenos observáveis, é o campo da metafísica⁶. Todavia, adverte Duhem, a origem da distinção entre física e metafísica não decorre da diferença dos objetos estudados, mas sim da natureza da nossa inteligência⁷.

A necessidade de distinguir o estudo dos fenômenos do estudo das suas causas foi movida, no interior do projeto duhemiano, por acusações de que sua visão de ciência recai sobre certo ceticismo ou positivismo, de modo que a distinção entre os referidos domínios do conhecimento é a resposta de Duhem a esses julgamentos.

Em *A Teoria Física*, Duhem esclarece o conceito de “explicação” tal qual é utilizado no enunciado “A teoria física é uma *explicação* do real”: “explicar, *explicare*, é despir a *realidade* das *aparências* que a envolvem como véus, a fim de ver essa realidade nua e face a face”⁸. Entretanto, ao nos colocarmos na posição de um observador, essa realidade escondida sob as aparências não nos é acessível pelos nossos sentidos, afinal, não temos a intuição direta da essência das coisas, afirma Duhem⁹. O que os nossos sentidos nos informam são os fenômenos tidos em sua forma particular e concreta.

Para os defensores do caráter explicativo das teorias físicas, as leis experimentais não têm por objeto a realidade material, elas não tomam os fenômenos em sua forma particular e concreta, mas de maneira abstrata e geral, de tal modo que, ‘despindo e rasgando os véus dessas aparências sensíveis, a teoria vai procurar aquilo que há realmente nos corpos’¹⁰.

Se a teoria é uma explicação do real, então ela deve dar conta não apenas da explicação dos fenômenos observados, mas, necessariamente, ela deve explicar as causas últimas desses fenômenos. Sendo assim, a teoria física estaria subordinada à metafísica. A atribuição do papel de explicação para as teorias físicas significa colocá-las sob a dependência de sistemas metafísicos. Estes estão sempre de acordo com determinadas doutrinas filosóficas que pela história da filosofia se mostraram divergentes entre si, o que acarreta além da ausência de consentimento universal – que caracteriza a dissidência de uma ciência que se pretende assentida pela maioria dos homens – ainda uma “querela irresolúvel sobre causas ocultas”.

A teoria física, para Duhem, tem por fim “aliviar a memória e ajudá-la a reter mais facilmente o aglomerado das leis experimentais”¹¹. Na formação de uma teoria, o físico não necessita guardar um grande número de leis isoladamente, mas apenas algumas proposições enunciadas em linguagem matemática. Nas palavras de Duhem: “uma teoria física não é uma explicação, mas um sistema de proposições matemáticas deduzidas de um número reduzidos de princípios que têm por objetivo representar da forma mais simples, mais completa e mais

6 DUHEM (1989c, p. 42).

7 DUHEM (1989c, p. 43).

8 DUHEM (2014, p. 31).

9 DUHEM (1989c, p. 43).

10 DUHEM (2014, p. 32).

11 DUHEM (1989a, p. 14).

exata possível um conjunto de leis experimentais”¹².

3. A EXPERIÊNCIA EM FÍSICA: SOBRE A RELAÇÃO ENTRE TEORIA E EXPERIÊNCIA

Segundo Duhem, a ciência física tem como método derivar previsões empíricas das teorias e compará-las com a observação. Vemos uma estreita relação entre teoria e experiência em todo o conjunto de ideias duhemianas acerca da natureza e método da física. Mas essa relação, embora seja estreita, é também frágil. Explicaremos melhor o motivo da atribuição de tais adjetivos.

No capítulo seis de *A teoria física*, intitulado *A teoria física e a experiência*, Duhem inicia a sua reflexão sobre a referida relação com o seguinte enunciado:

Nenhuma teoria física tem outro propósito além de fornecer uma representação e uma classificação das leis experimentais. O único teste que permite julgar uma teoria física, para declará-la boa ou ruim, é a comparação entre os efeitos dessa teoria e as leis experimentais que ela deve representar e agrupar (DUHEM, 2014, p. 221).

Assim sendo, podemos perguntar quais são os princípios que regem essa comparação entre a teoria e a experiência? Em sua análise sobre o tema, Duhem toma as ideias epistemológicas mais gerais acerca das ciências experimentais que estavam mais “perto da sua origem”, assim, ele fala especialmente da Fisiologia. Ele se refere às ciências que ainda não usufruíam dos instrumentos matemáticos e simbólicos, nas quais os cientistas não faziam uso de teorias admitidas previamente em seus experimentos, e, portanto, raciocinavam diretamente sobre os fatos. A referência utilizada por Duhem são as ideias do fisiologista Claude Bernard (1865)¹³.

Nessas ciências as regras para o que se refere ao controle experimental eram substancialmente mais simples que em física. No momento da experiência, a teoria deveria ficar fora do laboratório e o cientista deveria fazer um relato fiel do que foi observado. Essa descrição fiel não deve vir acompanhada de nenhuma impregnação teórica, ela não deve nos deixar sequer adivinhar o sistema em que o pesquisador confia e aquele de que ele desconfia. Nestes casos, o princípio que deve guiar o método experimental é a liberdade do espírito

12 DUHEM (2014, p. 46).

13 DUHEM (2014, p. 222-225). (Em uma nota de rodapé Duhem coloca a seguinte referência: Claude Bernard. *Introdução à Medicina experimental*. Paris, 1865, p. 63-67.)

do pesquisador, que deve estar apoiada não apenas em condições intelectuais, mas, acima de tudo, morais.

O método experimental empregado da forma como descrevemos anteriormente é impossível de ser praticado quando se tem uma teoria da física submetida ao controle da experiência. Contrariamente ao que Claude Bernard afirma ser o método experimental, no caso da fisiologia, em física o cientista não pode deixar na porta do laboratório a teoria que ele pretende testar. Essa afirmação se evidencia por vários motivos: porque sem a teoria é impossível sequer definir os instrumentos a serem utilizados; porque não seria possível fazer nenhuma interpretação dos fatos observados, porque até mesmo a comunicação sobre o experimento fica confusa sem a teoria para expressá-la.

Segundo Duhem, todo físico tem diante de si dois instrumentos necessários para a realização do experimento e um não tem razão de ser sem a presença do outro: o *aparelho concreto* que são todos os aparatos físicos com que ele manipula e o *aparelho esquemático e abstrato* sobre o qual ele raciocina.

Essas duas ideias são ideias indissociáveis em sua inteligência, cada uma delas exigindo necessariamente a outra. O físico não pode mais conceber o aparelho concreto sem associá-lo ao conceito do aparelho esquemático, da mesma forma que um francês não pode conceber uma ideia sem associá-la às palavras francesas que a expressam (DUHEM, 2014, p. 224).

Essa associação necessária entre a teoria e o experimento se faz presente também, mesmo que implicitamente, em todas as outras ciências empíricas, como a química e a fisiologia, afirma o filósofo francês. Todas essas outras ciências em algum momento utilizam instrumentos próprios da física e, para tanto, essa escolha não se dá sem justificção, eles precisam recorrer às teorias para justificar o uso de tais instrumentos. Essas teorias, por sua vez, não apenas justificam o uso dos aparatos da física como também dão sentido a eles e ao experimento. Portanto, tanto para o físico, como para o químico, o fisiologista ou qualquer cientista experimental, sempre irá existir a adesão a um conjunto de teorias previamente concebidas uma vez que “a declaração do resultado de uma experiência geralmente envolve um ato de fé em todo um conjunto de teorias” (DUHEM, 2014, p. 225).

De todos esses argumentos, concluímos que a primeira tese defendida por Duhem no que diz respeito à física experimental é a tese da *impregnação teórica da observação*. Para Duhem, uma experiência da física não é simplesmente a observação de um fenômeno, ela é, além disso, a interpretação teórica desse fenômeno. A definição segundo a qual uma experiência da física consiste em “produzir um fenômeno físico dentro de condições tais que se possa observá-lo exata e minuciosamente, com o auxílio de instrumentos associados” (DUHEM, 1989b, p. 87) comporta duas fases muito distintas, afirma Duhem. A primeira é

a observação, a simples observação que qualquer um pode fazer desde que tenha os sentidos em bom funcionamento. Para isso não é necessário ser físico. Porém, Steven French (2009) coloca muito bem a seguinte observação:

O que você “vê” (isto é, as experiências perceptivas que você tem) não é determinado só pela imagem na retina; isso também depende da sua experiência, do seu conhecimento, das suas expectativas, das suas crenças, das suas pressuposições teóricas, etc., que o ajudam a selecionar o que é relevante, o que é real, o que é um artefato e assim por diante. Em segundo lugar, o papel dos *instrumentos* na observação é crucial. Esse talvez seja um ponto óbvio, mas muitas vezes é negligenciado em certas discussões filosóficas (FRENCH, 2009, p. 75) (grifo nosso).

A importância do papel dos *instrumentos* no momento da observação, como French coloca, coaduna com a segunda fase da observação como defendeu Duhem. A segunda fase é a interpretação do que foi observado. Para fazer tal interpretação é necessário ser físico, pois além da exigência de conhecer as teorias admitidas, é necessário também saber manipular os instrumentos adequadamente. Assim sendo, no momento de registrar os resultados da observação, o físico não registra fatos, ele registra abstrações, como dissemos anteriormente.

Uma experiência da física é a observação precisa de um grupo de fenômenos, acompanhada da INTERPRETAÇÃO desses fenômenos. Essa interpretação substitui os dados concretos realmente recolhidos pela observação por representações abstratas e simbólicas que lhes correspondem em virtude das teorias físicas admitidas pelo observador (DUHEM, 1989b, p. 89) (grifo do autor).

Segundo o físico e matemático francês, Roland Omnès (1996), há pelo menos duas maneiras de conceber essa interpretação:

A primeira toma como base o quinhão comum à humanidade, sua representação do mundo repleta de fatos, seu bom senso milenar. Nisso ela separa o que é compatível com as descobertas da física, depura os conceitos, limita seu campo e fala, por fim, do mundo, com uma prudência de gato. Outra concepção da interpretação consistiria em considerá-la como um ramo particular da física teórica. Partir-se-ia dos princípios estabelecidos e se mostraria como deles surgem, por demonstração matemática, todas as características da representação clássica e do senso comum, para os objetos suficientemente grandes para estarem na nossa escala. Este é o caminho mais recente (OMNÈS, 1996, p. 178).

O relato do mundo a partir do senso comum e o relato do mundo do ponto de vista do cientista são separados por uma linha que é a capacidade do físico de interpretar e

representar (com a ajuda das teorias e da matemática) os fatos observados. Portanto, Duhem explica de forma clara que a interpretação dos fatos por meio das teorias pré-admitidas pelo observador é parte essencial do método experimental, e que o resultado das operações no interior desse método não é a constatação de fatos concretos, mas um enunciado estabelecido pela correspondência de certas noções abstratas e simbólicas com os dados observados. Essas noções abstratas e simbólicas são estabelecidas, como já foi dito, somente por meio das teorias e, portanto, é o que faz as experiências da física serem distintas das experiências do senso comum. Os meios empregados pelo experimentador no momento dessa interpretação dos fenômenos observados se caracterizam por uma elaboração intelectual muito complexa cuja importância se mostra não apenas através dos resultados obtidos, mas como uma completa distinção entre a ciência física e o conhecimento vulgar.

Como vimos, no interior da própria definição de experimento, Duhem afirma que não existe observação crua dos fatos, sem ideias preconcebidas pelo físico, toda observação é guiada por um *conjunto* de pressupostos teóricos. Dessa forma, temos uma consequência imediata da relação teoria-experimento que nos lança para a tese holista de Duhem: “uma experiência em física nunca pode condenar uma hipótese isolada, mas somente todo um conjunto teórico” (DUHEM, 2014, p. 225). No tópico seguinte, apresentaremos esse caráter global do controle experimental que se configura como o mais importante pilar da tese holista duhemiana.

4. APRESENTAÇÃO DA TESE HOLISTA: O CARÁTER GLOBAL DO CONTROLE EXPERIMENTAL

Em 1894, com o ensaio *Algumas reflexões sobre a física experimental*, Pierre Duhem apresenta a sua análise do método experimental e, com ela, sua visão holista da ciência. A sua concepção metodológica da ciência dá origem e fundamenta seu holismo epistemológico, cujos pilares são as seguintes subteses:

- (a) Nossas teorias enfrentam os testes empíricos de forma conjunta, não isoladamente; por consequência, somos levados à tese (b);
- (b) É impossível o experimento crucial em física para decidir entre duas teorias concorrentes;
- (c) A evidência é insuficiente para determinar a veracidade ou falsidade de uma teoria (tese da subdeterminação).

Duhem defende uma imagem da teoria física como um corpo que não pode ser decomposto em partes para sofrer controle experimental. Para ele, o físico nunca sujeita ao controle da experiência uma única hipótese, mas apenas um conjunto de suposições (a) que envolvem a hipótese fundamental juntamente com as hipóteses auxiliares – como hipóteses que justificam a utilização de instrumentos, hipóteses que dão sentido a conceitos abstratos admitidos pela hipótese principal que se quer provar, por exemplo. Nas palavras de Duhem, “um físico que dá conta de uma experiência reconhece implicitamente a exatidão de todo um conjunto de teorias” (DUHEM, 1989b, p. 92).

Antes de qualquer coisa, é importante destacarmos uma distinção feita por Duhem a fim de evitar interpretações equivocadas sobre o método experimental: existe uma diferença de natureza entre as experiências de *aplicação* e as experiências de *prova*. As experiências de aplicação dizem respeito aos problemas da física que carecem de resoluções práticas. Quando, por exemplo, um físico deseja acender uma lâmpada elétrica incandescente e, para tanto, ele precisa fazer uso de certa teoria para medir a força eletromotriz de uma pilha, tal procedimento é o que se chama experiência *de aplicação*. Tais experiências servem para tirar proveito de teorias já admitidas pela física, e não para verificar a exatidão dessas teorias. Duhem afirma que elas são os meios pelos quais a ciência pode ajudar na prática. As experiências de prova, por sua vez, são o que permite a criação e o desenvolvimento da ciência. É através delas que os físicos testam suas teorias para demonstrar se as previsões deduzidas ocorreram ou não, se a teoria pode ser aceita ou não. Na seguinte descrição de uma experiência de prova nós podemos ver o caráter holista do método experimental.

Um físico se propõe a demonstrar a inexatidão de uma proposição. Para deduzir dessa proposição a previsão de um fenômeno, para estabelecer a experiência que deve mostrar se esse fenômeno ocorreu ou não ocorreu, para interpretar os resultados dessa experiência e constatar que o fenômeno esperado não aconteceu, ele não se limita a utilizar a proposição em discussão. Ele usa ainda *todo um conjunto de teorias*, admitido por ele sem dúvidas. A previsão do fenômeno do qual a não-produção deve resolver o problema não decorre da proposição controversa tomada isoladamente, mas da proposição contestada somada a esse conjunto de teorias. Se a previsão não ocorre, não é a proposição em litígio apenas que é posta em questão, mas todo o *arcabouço teórico* de que o físico fez uso. A única coisa que aprendemos com a experiência é que, entre todas as propostas utilizadas para predizer o fenômeno e constatar que ele não ocorreu, há pelo menos um erro. Mas ela não nos diz onde esse erro reside. O físico diz que esse erro está contido precisamente na proposição que ele queria refutar e não em outro lugar? É que ele admite implicitamente a precisão de todas as outras proposições das quais faz uso e a validade da sua conclusão é tão grande quanto a validade da sua confiança (DUHEM, 1989b, p. 93)¹⁴ (grifo nosso).

¹⁴ É interessante o fato de que Duhem descreve o físico experimental como aquele que pretende testar uma teoria com o objetivo de refutá-la e não a verificar. Nesse sentido alguns comentadores afirmam que Duhem aceitaria até

Vejamos um exemplo clássico presente na obra *A Teoria Física*: a experiência de Foucault para comparar a velocidade da luz no ar à velocidade da luz na água. O experimento contou contra a teoria da emissão¹⁵, afinal essa se demonstrou incompatível com os fatos. A experiência indicou que a velocidade da luz na água é menor que a velocidade da luz no ar. Indicou que foi o *sistema* da emissão e não a *hipótese* da emissão que se mostrou inadequado aos fatos. O sistema é todo o grupo de proposições aceitas por Newton, e depois dele por Laplace e Biot.

É a teoria *toda inteira* da qual se deduz a relação entre o índice de refração e a velocidade da luz em diversos meios. Mas, ao condenar em bloco esse sistema, dizendo que está imerso no erro, a experiência não nos diz onde se encontra esse erro. Está ele no pressuposto fundamental de que a luz consiste de projéteis de luz lançados com elevada velocidade pelos corpos luminosos? Está em alguma outra suposição a respeito das ações que corpúsculos luminosos sofrem da parte dos meios em que se movem? Não sabemos (DUHEM, 2014, p 228) (grifo nosso).

Para Duhem, nenhum pressuposto da física pode ser considerado isoladamente, o método experimental compreende a teoria em conjunto, e sempre que a experiência está em desacordo com as previsões o físico tem apenas a informação de que pelo menos uma hipótese é inaceitável, mas a experiência não informa onde reside esta falha. Ele sabe que algo precisa ser alterado, mas não sabe exatamente o quê.

Duhem faz uma analogia com as profissões do relojoeiro e do médico para ilustrar o comportamento do físico diante de um controle experimental. O relojoeiro, para consertar um relógio que não funciona bem, desmonta-o e analisa cada peça separadamente para procurar qual delas está com defeito. O médico, por sua vez, para fazer um diagnóstico em um paciente doente não pode dissecar cada parte do seu corpo a fim de verificar onde está a doença. Ele precisa *adivinhar*, com base na análise dos distúrbios que afetam o corpo inteiro, onde está o problema. É, então, ao médico que o físico se assemelha, e não ao relojoeiro. Podemos identificar, com tal analogia, mais uma evidência da oposição de Duhem à visão mecanicista de mundo, cujo relógio era o seu grande símbolo.

A física não é uma máquina que se deixa desmontar. Não se pode experimentar

certo ponto a concepção popperiana de falseabilidade no sentido em que os testes empíricos são testes de refutação e que a evidência empírica informa o mundo ao cientista via refutação.

¹⁵ A teoria da emissão, ou teoria dos fenômenos óticos, a qual Duhem se refere, é uma das hipóteses sobre a natureza da luz, defendida por Isaac Newton, no século XVII. A teoria da emissão supõe que a luz seja formada por projéteis excessivamente tênues, lançados com grande velocidade pelo sol e outras fontes de luz. Esses projéteis penetram todos os corpos transparentes das várias partes dos meios em que se movem e sofrem ações atrativas ou repulsivas. Essas são algumas premissas que leva a formular uma teoria completa da reflexão e refração da luz (Cf DUHEM, 2014, p. 227-228).

cada parte separadamente e esperar, para ajustá-la, que sua solidez tenha sido minuciosamente controlada. A ciência física é um sistema que se deve tomar por inteiro. É um organismo que não se pode fazer operar sem que as partes mais remotas desse todo estejam envolvidas, algumas mais, outras menos, mas, em algum grau, todas. Se algo não vai bem, se algum desconforto é revelado em sua operação, é a partir do efeito produzido sobre todo o sistema que o físico tem que *adivinhar* o órgão que precisa ser corrigido ou modificado, sem que seja possível isolar e analisar o órgão separadamente (DUHEM, 2014, p. 229) (grifo nosso).

Para ele, tanto o experimento em si como a interpretação do resultado implica a análise de duas estruturas teóricas relativamente complexas, de tal modo que, no caso da experiência de Foucault, não é a análise do enunciado isolado “A luz é um fluxo de corpúsculos” e do enunciado isolado “A luz é uma onda” que está em questão, mas a análise de estruturas que abarcam em si várias hipóteses auxiliares e, inclusive, hipóteses diferentes que justifiquem o uso dos instrumentos que podem ser também diferentes.

Dito isso, perguntamos: a experiência de Foucault condena irremediavelmente a teoria da emissão? Não – responderia Duhem – apenas a concepção corpuscular da luz de Newton não se mostrou “adequada” com a experiência de Foucault e nada mais além disso. No século XIX, muitos físicos tinham a certeza de que o problema da natureza da luz estava definitivamente resolvido, de modo que a natureza ondulatória da luz passou então a ser uma verdade incontestável. Mesmo assim, ainda existiam aqueles que iam de encontro com essa crença. Pierre Duhem, considerado um herege por alguns historiadores, ao contestar a possibilidade de experimentos cruciais na física, se opõe também ao experimento que determina a natureza da luz que, por sua vez, pretendia ser um experimento crucial¹⁶.

O *experimentum crucis* foi uma das várias ideias metodológicas que o “filósofo experimental” Francis Bacon¹⁷ nos deixou como um legado para os debates epistemológicos da ciência. Bacon cunhou, entre outros termos, o *Instantia crucis*, que posteriormente foi traduzido como “experimento crucial” 115 Como foi interpretado por uma grande parte dos filósofos da ciência mais tardios, esse experimento conota uma encruzilhada, em que, se se decide seguir por um caminho, então o outro é necessariamente abandonado.

Duhem insiste no mesmo fato histórico que mencionamos acima e, para demonstrar a dificuldade *do experimentum crucis*, ele analisa, outra vez, a rivalidade entre as duas hipóteses a respeito da natureza da luz. De um lado, Newton, Laplace e Biot. Do outro Huygens, Young e Fresnel. Entre eles o aparelho de Foucault. O aparelho de Foucault indicou que a luz não é um corpo, é um movimento vibratório propagado pelo éter. O experimento apoia a teoria ondulatória e faz dela um novo artigo do “credo científico”. A

16 (BEN-DOV, 1996, p. 93-95).

17 Esse estudo aparece em sua obra *Novum Organum*, de 1620, no aforismo XXXVI do Livro II.

hipótese das ondulações não pode ser posta em dúvida. Perguntamos: será que os físicos estariam corretos em atribuir à experiência de Foucault essa significação? A experiência de Foucault condena irremediavelmente a teoria da emissão? Não, responderia Duhem, apenas a concepção corpuscular da luz de Newton não se mostrou “adequada” com a experiência de Foucault e nada mais além disso.

Mesmo que a experiência de Foucault tenha “falseado” a teoria corpuscular, como está marcado na história da física do século XIX, ela não indicava onde estava o erro dessa teoria. Onde a teoria tinha falhado. O erro não poderia estar em algum pressuposto de apoio? O problema, para Duhem, foi terem atribuído uma importância tão decisiva para a experiência de Foucault. Para existir um dilema tão rigoroso entre duas hipóteses físicas, em que se uma é falsa, a outra é necessariamente verdadeira, então teríamos que admitir que jamais uma outra hipótese poderá ser imaginada. Os físicos teriam que ter a certeza de que esgotaram todas as hipóteses imagináveis sobre a natureza da luz. Se assim fosse, não veríamos novas e melhores teorias, mais adequadas, mais simples, e conseqüentemente, não veríamos o progresso da ciência.

Partindo da premissa segundo a qual em casos de refutação o experimento não indica onde está a falha da teoria, concluímos que o principal efeito do holismo epistemológico duhemiano está na subdeterminação da teoria pela evidência, isso quer dizer que as decisões dos cientistas sobre as hipóteses que devem ser abandonadas ou aceitas são subdeterminadas pela evidência disponível e pelos resultados dos testes que realizam. O caráter hipotético das teorias possibilita que elas estejam sempre sujeitas ao *desmentido experimental*.

O ponto que Duhem pretende destacar é que o experimento não refuta em definitivo uma teoria, pois o físico pode, sempre que achar razoável, fazer retoques em suas hipóteses, modificar as hipóteses auxiliares, por exemplo, até que um dia a teoria se torne empiricamente adequada ou – a depender do espírito do físico e de suas escolhas – abandonada. Em outras palavras, Duhem defende que os físicos podem tirar melhor proveito dos resultados que nunca garantem conclusões indiscutíveis. Com a tese holista de Duhem, vemos surgir questões como “O que de fato se refuta quando se refuta uma teoria?” ou “Teorias podem ser refutadas?”. Dessa análise que Duhem faz da ciência empírica, nasce uma *nova* concepção de controle experimental em física.

5. CONCLUSÃO

A concepção duhemiana da teoria física, tal como descrevemos aqui, é objeto

de vários debates no campo da epistemologia contemporânea. Ao mesmo tempo sofreu também diversas condenações por parte de filósofos interessados no debate entre realismo e antirrealismo. É o caso do filósofo austríaco Karl Popper, que foi um grande opositor da visão instrumentalista de Duhem para a ciência. Apesar desses julgamentos atuais, é inegável que o pensamento de Duhem contribuiu para a consolidação de uma nova imagem da ciência no século XXI.

O método experimental e suas várias etapas, como observação, interpretação, hipóteses e teoria, sofreu com as reflexões de Duhem e dos filósofos de sua época uma mudança em seus fundamentos em comparação com a visão clássica da ciência. Essa nova interpretação contou ainda com um valioso estudo da história da ciência e com o conhecimento da atmosfera da prática da pesquisa científica – qualidade inerente aos “cientistas-epistemólogos” da virada do século XIX para o XX.

O principal objetivo de Duhem era reservar às ciências experimentais, em especial à física, um método próprio sem a necessidade de recorrer a outras áreas do conhecimento, como a metafísica. É válido ressaltar que Duhem não negou a importância da metafísica para o conhecimento do homem sobre o mundo. Mais do que isso, afirmou que o estudo metafísico das coisas é um campo mais elevado que o seu estudo físico. Portanto, todo o empenho de Duhem foi para demarcar claramente o objetivo, alcance e limites do método das ciências experimentais.

Deste modo, Duhem evidencia que o confronto com a experiência ainda é o único e melhor critério para decidir se uma teoria é adequada ou não para representar os fatos. Porém, esse método de avaliar as teorias não torna a aceitação ou a recusa de uma teoria algo definitivo, uma vez que a evidência de que dispomos é incapaz de apontar incisivamente onde se encontra os sucessos ou insucessos preditivos das teorias.

De fato, a complexa relação entre experiência e teoria e o modo como Duhem coloca a problemática da comprovação da teoria por meio da experiência coadunam com o caráter hipotético da ciência como postula o pensamento contemporâneo. O estudo duhemiano sobre a ciência nos mostra com clareza como a ciência é uma construção humana que não deve seguir um único caminho determinado por um método racional, pelo contrário, ela segue, sobretudo, um caminho que é resultado de decisões entre uma comunidade científica não deixando de lado aquilo que todos os homens têm como atributo de sua condição, a moral.

Como citar este trabalho: BRITO, J. B. A concepção duhemiana de ciência experimental. *Filosofando: Revista Eletrônica de Filosofia da UESB*. Vitória da Conquista, v. 3, n. 2, p. 10-24, 2015.

REFERÊNCIAS

BEN-DOV, Y. *Convite à Física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996.

BRENNER, A. *Duhem, science, réalité et apparence*. Paris: Vrin, 1990.

BRENNER, A (org). French studies in the philosophy of science. *Boston studies in the philosophy of science*. Vol. 276. Springer, 2009.

DUHEM, P. *La Théorie physique. Son objet, sa structure*. Paris : Chevalier et Rivière Editeurs, 1906.

DUHEM, P. *A teoria física: seu objeto e sua estrutura*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2014.

DUHEM, P. Algumas reflexões sobre as teorias físicas. In: MARICONDA, P.R. (Org.) A filosofia da física de Pierre Duhem. *Revista Ciência e Filosofia*. nº 4, São Paulo, 1989a.

DUHEM, P. Algumas reflexões acerca da física experimental. In: MARICONDA, P.R. (Org.) A filosofia da física de Pierre Duhem. *Revista Ciência e Filosofia*. nº 4, São Paulo, 1989b.

DUHEM, P. Física e Metafísica. In: MARICONDA, P.R. (Org.) A filosofia da física de Pierre Duhem. *Revista Ciência e Filosofia*. nº 4, São Paulo, 1989c.

FRENCH, S. *Ciência: conceitos-chave em filosofia*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HACKING, I. *Representar e intervir – Tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

OMNÉS, R. *Filosofia da Ciência contemporânea*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.