



PERSPECTIVAS
REVISTA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

VOL. 6, Nº 1, 2021, P. 274-297
ISSN: 2448-2390

Filosofia Natural, Física Teórica e Metafísica: Da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos

**Natural Philosophy, Theoretical Physics and Metaphysics:
From the physics of ancient philosophers to the philosophy of modern
physicists**

DOI: <https://doi.org/10.20873/rpv6n1-97>

Vinícius Carvalho da Silva

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1061-2727>
Email: vinicius_c_silva@ufms.br

Resumo

No presente artigo buscamos explorar as variadas e complexas relações entre ciência e metafísica. Defendemos que o recurso à metafísica é inevitável para a pesquisa científica e a elaboração de teorias e modelos. Estes devem partir de pressupostos metafísicos acerca da natureza da realidade e do conhecimento. Primeiro, apresentamos a metafísica, tanto em sentido histórico quanto filosófico. Em seguida, oferecemos uma definição breve, mas clara, do que entendemos por metafísica no escopo desse trabalho. Por último, recorremos a diversos filósofos naturais e físicos para discorrer sobre o tema da inevitabilidade da metafísica nas ciências naturais, sobretudo na física teórica.

Palavras-chave

Metafísica. Filosofia da Ciência. Filosofia da Física. Realismo. Antirrealismo.

Abstract

In this article, we seek to explore the varied and complex relationships between science and metaphysics. We argue that the use of metaphysics is inevitable for scientific research and the elaboration of theories and models. These must start from metaphysical assumptions about the nature of reality and knowledge. First, we present metaphysics, both historically and philosophically. Next, we offer a brief but clear definition of what we mean by metaphysics in the scope of this work. Finally, we turn to various natural philosophers and physicists to discuss the theme of the inevitability of metaphysics in natural sciences, especially theoretical physics.

Keywords

Metaphysics, Philosophy of Science, Philosophy of Physics, Realism, Anti-realism

Introdução

Neste trabalho¹ assumimos que toda prática científica possui uma metafísica, isto é, pressupõe ou suporta concepções de mundo, realidade, natureza, o que também determina concepções de ciência, conhecimento, teoria etc. A presença da metafísica na ciência não é, a priori, boa ou má, frutífera ou infrutífera, mas inevitável. Em última instância não se trata, aqui, de defender ou rejeitar sua presença, mas de observá-la e constatá-la. Não há ciência neutra, do ponto de vista metafísico, o que significa que a metafísica está presente tanto nos casos de “sucesso” quanto nos de fracasso. Em nome de seus compromissos metafísicos mais radicais, arraigados e naturalizados, um cientista pode tanto elaborar teorias inovadoras que contribuem para aperfeiçoamentos, revisões ou até mesmo revoluções nos fundamentos de seu campo de pesquisa, quanto impedir seu avanço, apegando-se a “velhas ideias”. Embora, em diversas passagens falemos em “Ciência”, “teorias científicas”, “práticas científicas”, devemos ter em mente que muitas e diversas são as ciências. Nosso título inicial, “Ciência e Metafísica”, deveria ser relativizado e problematizado. Do que aqui tratamos não é da entidade idealizada que chamamos ciência, mas, de modo bem mais específico, da física – e nossos exemplos são quase todos retirados do trabalho de físicos teóricos. Assim, resolvemos por um novo título: “Filosofia Natural, Física Teórica e Metafísica”.

O nascimento da chamada “Ciência Moderna” com Galileu, e da “Física Clássica”, com Newton, bem como as origens da visão de mundo mecanicista, determinista, do atomismo e do corpularismo, até a “fundação” da física contemporânea com a tripla revolução do século XX, o estabelecimento da física relativística e conseqüentemente da cosmologia e o desenvolvimento da mecânica quântica, nos oferecem diversos casos históricos em que a presença da metafísica

¹ O presente trabalho nasceu de nossas pesquisas no Physikós – Estudos em História e Filosofia da Física e da Cosmologia (FACH-UFMS). Tal edição foi feita para a utilização no curso de pós-graduação “Pluralidades”, ministrado no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da UFRJ, no primeiro semestre de 2021, e para disciplina de Filosofia da Física (2020/2) da graduação em Física do IF-UERJ, ministrada no primeiro semestre de 2021. Posteriormente, a convite do professor Marcelo Byrro Ribeiro a mesma aula foi ministrada como seminário no Programa de Pós-graduação Multidisciplinar em Física Aplicada, do Instituto de Física da UFRJ. Com a organização do dossiê de Filosofia da Física, a ser publicado pela Perspectivas em dezembro de 2022, decidimos pela submissão do presente trabalho à revista, antecipando e reforçando o tema do dossiê, de cuja comissão organizadora participamos.

contribuiu tanto para promover quanto para tentar frear tais movimentos. Isto por uma razão muito simples. Em uma disputa científica entre defensores de teorias diferentes, ambos os lados possuem crenças, compromissos e pressupostos metafísicos. Um debate científico, no nível dos fundamentos e dos conceitos básicos é, a rigor, um debate filosófico acerca da natureza da realidade e da ciência.

A metafísica, como a apresentamos, é um conjunto de pressupostos básicos acerca da natureza da realidade e do conhecimento, e, portanto, da ciência mesma, e orienta as práticas de pesquisa, mesmo que tacitamente. Toda metafísica pressupõe e sustenta um sistema axiológico, isto é, um conjunto de valores que norteiam práticas. Ao se assumir um conjunto de pressupostos metafísicos, firma-se, conseqüentemente, o compromisso com uma série de princípios axiológicos, isto é, valores que norteiam práticas e servem como ideais. Sendo assim, deve-se compreender a metafísica como uma força de orientação, ou seja, uma resposta acerca da questão do sentido e do valor da ciência, capaz de nortear sua prática e indicar sua axiologia. No presente trabalho assumimos ao menos quatro princípios sobre a relação entre metafísica e ciência:

1. Chamaremos o primeiro de *princípio da inevitabilidade*: A metafísica é inevitável para a ciência. Isso será deliberadamente repetido e contextualizado ao longo do trabalho. Podemos apresentar esse princípio em diversos níveis:
 - a) *Epistemológico*: Para toda teoria científica c , um conjunto de pressupostos metafísicos p deve ser necessária e axiomáticamente assumido, sem o que o objeto e os conceitos fundamentais de c não poderão ser definidos. Assim como a metafísica é inevitável na fase de fundação, é igualmente inevitável na fase da interpretação, quando da teoria deduzimos uma imagem mais complexa de natureza e uma concepção de realidade.
 - b) *Histórico*: Na história das ideias e das práticas científicas a metafísica tem sido inevitável, isto é, o recurso à metafísica tem se mostrado, ao longo da história das ciências, uma condição indispensável para a fundamentação e

interpretação de teorias. A presença da metafísica não tem sido “pacífica” e consensual, mas sim objeto de tensões, debates e disputas entre cientistas e filósofos. Em sentido biográfico, à adesão a algum sistema metafísico tem se mostrado um aspecto relevante que impacta diretamente o trabalho de muitos cientistas. Dialogando com Einstein (*Física e Realidade*) e Kuhn (*A Estrutura das Revoluções Científicas*), parece que o recurso consciente, deliberado e “ousado” à filosofia (e em nosso caso, à metafísica) ocorre principalmente nos momentos de crise, de revisão dos fundamentos da física (p.ex.), de acirramento de grandes debates. Nos momentos em que tudo parece “ir bem”, a metafísica tende a ser ou subestimada ou naturalizada pelos cientistas.

c) *Sociológico*: A metafísica não entra na ciência (somente) pela porta restrita da crença pessoal. Ela tem sido objeto de defesas e ataques de grupos e instituições, circulado por meio de redes (de ensino, de informação, de influências etc.), podendo ser observada no clima cultural predominante em uma sociedade em determinado período, no imaginário social, no mundo simbólico e nas práticas de comunidades de pesquisa e ensino.

2. *Princípio da adequação*: Pressupostos metafísicos e princípios axiológicos, isto é, valores, encontram-se imbricados, adequando-se na formação de um *ethos* da comunidade científica.

3. *Princípio da insuficiência*: A metafísica não explica tudo. A metafísica é inevitável, mas não é suficiente. A ciência não se reduz à metafísica. A ciência é um sistema complexo, com muitas dimensões e nuances. Se, para compreendermos como a ciência é feita, não podemos ignorar a presença da metafísica, também não podemos omitir inúmeros outros aspectos, não somente epistemológicos, lógicos e metodológicos, mas também históricos, culturais, sociais, políticos, ideológicos, econômicos, institucionais, psicológicos, etc.

4. *Princípio da simetria*: Se a metafísica é inevitável, então está presente em todos os casos, tanto nos casos de sucesso, quanto nos casos de fracasso.

Quanto ao sentido epistemológico do princípio da inevitabilidade reparemos que se a é correto então b e c são necessariamente corretos – b e c são consequências de a . No entanto, b e c podem ser corretos sem que a o seja. Isso ocorre porque somente em a a inevitabilidade é uma “necessidade lógica”, ou uma condição axiomática necessária para a elaboração de teorias científicas. Em b e c a inevitabilidade é contingente e condicional, afirmando que a metafísica tem se mostrado inevitável para a ciência, como fenômeno sócio-histórico que pode ser observado, sem se comprometer com a tese de que sempre será assim em qualquer tempo – ou de que sempre seria assim em todo e qualquer contexto. Isto significa que alguém poderia concordar com b e c e discordar de a .

Em nossa visão, b e c decorrem de a . O que não significa que toda e qualquer teoria científica é elaborada por uma comunidade de metafísicos assumidos, que de modo consciente, deliberado e minucioso, escolhe e assume publicamente os pressupostos metafísicos fundamentais de seu trabalho, mas sim que toda teoria é metafisicamente carregada, que não há teoria metafisicamente neutra, que alguns pressupostos metafísicos sempre estão presentes, ainda que a própria comunidade não os torne explícitos ou não tenha a devida clareza a tal respeito. Por diversas razões, por exemplo, o realismo ingênuo pode ser naturalizado, a ponto de ser defendido por agentes que não estão devidamente conscientes de que sua crença na realidade das representações científicas longe de ser uma posição racional “óbvia”, é uma espécie de metafísica do senso comum transposta para a seara da ciência.

Metafísica: da origem do termo à nossa compreensão

O termo Metafísica se refere, inicialmente, a um conjunto de livros escritos por Aristóteles acerca do *Ser enquanto Ser*, isto é, não deste ou daquele ente, deste ou daquele objeto, de características particulares e contingentes de determinados corpos ou coisas, mas dos atributos universais e necessários de tudo aquilo que *é*, das características comuns sem as quais

aquilo que *é* não poderia *ser*. A metafísica, portanto, trata da natureza última da realidade, da realidade em seu nível fundamental e do ser em sentido universal. As investigações de tais questões eram chamadas por Aristóteles de Filosofia Primeira, *Sofia* (sabedoria) e Teologia, compondo uma ciência teorética, de natureza especulativa. Para Aristóteles as ciências teoréticas eram as mais elevadas, pois possuíam os seus fins em si mesmas, não sendo utilitárias. As demais ciências teoréticas seriam a física e as matemáticas. No sistema aristotélico, além das ciências teoréticas, havia as ciências produtivas e as ciências práticas².

A metafísica se insere em uma tradição de investigação filosófica que tem início com a cosmologia dos primeiros filósofos gregos, os *physikós*, posteriormente chamados de filósofos pré-socráticos. Tais pensadores, como Tales de Mileto, partiam do pressuposto de que o mundo, existente em si, poderia ser compreendido racionalmente, sendo possível, por meio da investigação racional e da observação cuidadosa, reduzir a diversidade, multiplicidade e complexidade dos fenômenos naturais aparentes a causas únicas, simples e inteligíveis. Por pressuporem essa compreensibilidade do mundo, Schrödinger considera os *physikós* como Tales os primeiros cientistas (SCHRÖDINGER, 1996, p. 58). Em *A Evolução da Física*, Einstein e Infeld resumem bem como a atitude filosófica daqueles pensadores originários gregos marca a cosmovisão científica ao longo da História:

Em toda a história da ciência, desde a filosofia grega até a física moderna, verificaram-se tentativas constantes de reduzir a aparente complexidade dos fenômenos naturais a algumas ideias e relações fundamentais simples. Esse é o princípio subjacente de toda filosofia natural (EINSTEIN; INFELD, 2008, p. 53).

Dentre os primeiros cosmólogos, foi Parmênides quem mais se debruçou diretamente sobre a questão da natureza do Ser, aprofundando noções que mais tarde seriam importantes para a sistematização da Lógica e da Metafísica por Aristóteles. Permitindo-nos um salto gigantesco, mas necessário, capaz de sobrepujar dois milênios de História, temos em Descartes (1596-1650) e em Kant (1724-1804) um novo capítulo do pensamento metafísico.

² A esse respeito sugerimos a leitura da nota 8, do tópico 2 do Livro I da *Metafísica* de Aristóteles, edição da Edipro (2018) com tradução de Edson Bini.

Descartes é por vezes considerado o “pai da filosofia moderna”. Foi um filósofo natural com inúmeros trabalhos científicos, dentre os quais a elaboração da geometria analítica. Descartes é reconhecido como o grande defensor do Método na aurora da modernidade. Ao advogar a dúvida metódica como atitude crítica indispensável para a busca de conhecimentos seguros, tornou-se o patrono de um determinado *ethos* que marcaria os séculos subsequentes. Dizer-se cartesiano seria assumir-se defensor do método, da racionalidade, da investigação rigorosa e sistemática, de um ceticismo construtivo que não nega a possibilidade do conhecimento, mas exige que o conhecimento esteja fundado em bases firmes, acerca das quais qualquer dúvida se revela logicamente contraditória³.

E existira um conhecimento de tal espécie, do qual não possamos duvidar sob pena de cairmos em contradição? Aí vemos que Descartes não somente recorre à metafísica, mas o faz tão ousada e profundamente, que sua resposta possui claras implicações teológicas. Como veremos, séculos depois de Descartes, em *Física e Realidade*, Einstein dirá que a construção, por meio do pensamento puro, do conceito de “corpo material” é o primeiro passo para o estabelecimento do “mundo externo real”. Descartes percebera que o edifício do conhecimento deveria se erguer sobre o conceito de “corpo”, mas que este por si só não era uma base suficientemente firme. Um corpo é *res extensa*, isto é, a extensão, a propriedade de ocupar um lugar no espaço, é seu atributo principal. Mas podemos duvidar da existência dos corpos. Como Einstein afirmaria posteriormente, o conceito de corpo é uma livre criação do pensamento puro, o que significa que o pensamento, a *res cogitans* é uma condição necessária para a afirmação da existência da *res extensa*. Descartes conclui que é o *Cogito* o fundamento último de todo saber confiável. “*Cogito, ergo sum*”, “*Penso, logo existo*” (DESCARTES, 1996, p. 92).

Sem a atividade da *res cogitans* não pode haver certeza alguma acerca da realidade objetiva da *res extensa*, logo não pode ser criado o conceito de corpo, e, portanto, não pode ser concebida a existência do “mundo externo real”. Mas como assegurar que o mundo externo real, pensado, percebido, nomeado e classificado pela *res cogitans* não é fruto de um engano, de um

³ Na prática, atualmente, muitos dos que se dizem “cartesianos”, parecem não possuir muita clareza acerca do que isso realmente significaria - possivelmente por conhecerem pouco o pensamento filosófico de Descartes.

delírio, de um sonho ou uma ilusão do sujeito pensante? Descartes deverá pressupor a existência de Deus como criador e ordenador do mundo para solucionar o terrível quebra cabeças. O sujeito pensante é capaz de conhecer o mundo real por que foi criado por Deus, e seu criador, não sendo tal como um gênio enganador, não permitiria que o *cogito* fosse ludibriado.

O recurso à Deus, ou, de outro modo, a superposição entre Filosofia Natural (*Scientia*), Metafísica e Teologia não deveria nos surpreender, já que é característico do nascimento da ciência moderna, estando presente não somente em Descartes, mas em Galileu Galilei, Francis Bacon e Isaac Newton. Lembremos que este, em seu *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, assume e defende a existência de Deus em diversas passagens. No Livro III dos *Principia*, Newton sustenta que somente assumindo a existência de Deus como criador do mundo é que podemos encontrar uma resposta satisfatória para a ordem, a beleza e a harmonia da natureza (NEWTON, 2000, p. 256).

Um segundo capítulo da metafísica na modernidade é escrito por Kant. Em sua *Crítica da Razão Pura* vemos a distinção radical intransponível entre o *noumenon*, a “coisa em si”, o real tal como é em si mesmo, e o *fenômeno*, aquilo que aparece, que pode ser percebido e conhecido. Embora um defensor do realismo, como veremos, o físico filósofo Max Planck considerava que, depois de Kant, não há nenhum método para discernimos entre nossa concepção do Universo e “a natureza do próprio Universo”, não porque tudo o que concebemos exista, mas porque tudo que o julgamos existir é, em sentido estrito, fruto de uma concepção (PLANCK, 2012, p. 88).

No prefácio que escrevemos para *A Concepção Física do Mundo*, de Eduardo Simões, salientamos que a história da investigação natural, da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos, é marcada pela criação de uma imagem da natureza:

O tecido do espaço-tempo sobre o qual nossos corpos se movimentam foi confeccionado nos teares da razão. Não porque a observação consciente crie, em sentido estrito, a realidade física, mas porque tudo o que é palavra, número, signo, símbolo e significado, é obra de criadores incansáveis. (...) a concepção física do mundo, como o próprio termo “concepção” deve sugerir, é obra do engenho, da imaginação, para nos utilizar das palavras de Einstein, do “pensamento puro” que concebe o real, postulando, por necessidade lógica, a existência de entidades. As entidades assim assumidas, como os átomos, não são criações arbitrárias e triviais, mas peças sem as quais o quebra-cabeça do sistema, a consistência lógica da teoria, não se completaria (SILVA apud SIMÕES, 2021, p. 14-15).

Na presente obra, tomando como estudo de caso a história do conceito de átomo, Simões busca destacar como “os seres humanos criam o universo em que vivem”:

O protagonista dessa discussão, que entra em cena com toda a sua força, apresentando-se de tempos em tempos com novas roupagens, mas nunca excluído do imaginário coletivo de nossos cientistas/filósofos, é o átomo. Este, desde os gregos, compõe uma realidade que, até em seu nível mais fundamental ou subatômico, segundo observou Heisenberg, é muito mais *criada* do que *observada* pelos físicos (SIMÕES, 2021, p. 30).

Não se trata aqui de renunciar à realidade objetiva e cair em um relativismo inconsistente, mas de assumir que não há meios lógicos e métodos possíveis de tratarmos da realidade objetiva a não ser pela criação epistêmica – e histórica, por óbvio – dos conceitos de “realidade”, “objetividade”, “facticidade”, “corpo”, “ponto material”, “espaço”, “tempo” etc. É como pontua Einstein em *Física e Realidade*:

O primeiro passo para o estabelecimento de um “*mundo externo real*” repousa, em minha opinião, na *construção do conceito* de objeto corpóreo, ou melhor, de objetos corpóreos de diferentes tipos. (...) Do ponto de vista lógico este conceito não é idêntico à totalidade destas experiências [sensíveis], mas é uma *livre criação do espírito humano* (ou animal). Por outro lado, seu significado e legitimidade se devem exclusivamente a totalidade das experiências sensíveis à quais está associado (EINSTEIN, 2006, p. 9, nosso grifo).

O que está em jogo, portanto, é assumir que se não há meios de apreendermos a realidade em si, o “*mundo externo real*”, temos, primeiro, que aceitar sua existência por força de axioma, e segundo, que construímos um modelo que melhor o represente, concordante com nossas experiências, temos que, como um mestre renascentista, tal como Michelangelo, trazer Davi à luz. Contemplamos Davi e nos deleitamos com tanta beleza encarnada no mais puro mármore. Por mais perfeita e detalhista, por mais belo que seja nosso Davi, jamais escorrerá sangue por suas veias, jamais baterá um coração em seu peito. Nossas mais belas e elevadas teorias sempre estarão incompletas em face do real, e novas representações, ainda mais próximas do verdadeiro Davi poderão ser concebidas por novos mestres. O cientista, para Einstein, é aquele que sabe que não pode alcançar a verdade absoluta, apreendendo plenamente a realidade, mas que ainda assim, se lança em uma busca incansável por “esculpir” teorias logicamente simples que estejam o mais próximo possível da realidade.

Acredito que *todo teórico verdadeiro é uma espécie de metafísico domesticado, não importa o quanto puro ele se ache como “positivista”*. O metafísico acredita que o logicamente simples é real; já para o metafísico domesticado, nem tudo o que é logicamente simples está incorporado na realidade experimentada, mas toda experiência sensorial pode ser “compreendida” com base em um *sistema conceitual criado* sobre premissas de grande simplicidade (EINSTEIN, 2010, p. 12, grifo nosso).

Embora Einstein defenda que o físico teórico é um metafísico moderado em relação ao metafísico puro, outros físicos filósofos, como Eddington, também consideram os físicos experimentais como metafísicos. “Quanto ao físico experimental, direi apenas que, pelo fato de um homem trabalhar em um laboratório, não quer dizer que ele não seja um metafísico incorrigível” (EDDINGTON, 1939, p. 33). Ora, o físico experimental deve assumir pressupostos metafísicos, em sentido geral, e pressupostos teóricos, em sentido estrito. Se compreendemos a declaração de Eddington à luz da tese de Russel Hanson, de que toda experiência está carregada de teoria (HANSON, 1958), ela nos parecerá plenamente justificada. Mas o auxílio de Hanson, ainda que bem-vindo, não deve nos desmotivar a compreender a filosofia da física do próprio Eddington. Para Eddington, teórico ou experimental, o físico não pode avançar sem o recurso, ainda que tácito, à metafísica. No trabalho de laboratório o físico lida com entidades, instrumentos, artefatos, dispositivos, máquinas, técnicas, protocolos, procedimentos, arranjos experimentais. Mas o que se encontra como pano de fundo, ou fundamento, de tal complexo laboratorial? Pressupostos, postulados, princípios, axiomas, leis gerais, deduções, hipóteses, enfim, teorias e modelos⁴. O físico de laboratório pode ser um “metafísico incorrigível” mais ou menos consciente disso.

⁴ Para uma visão contrária a esta, que defende que os experimentos têm “vida própria”, ver *Representar e Intervir* de Ian Hacking. Para uma crítica, que consideramos que não prospera, do “teorocentrismo” em Filosofia da Ciência, ver Peter Galison em *Culturas etéreas e culturas materiais. Em Disputas epistemológicas e políticas entre imagens de Einstein: diferentes respostas acerca do valor da ciência e da universidade* (SILVA, 2018), buscamos argumentar contra a posição de Galison: “Em *Culturas etéreas e culturas materiais*, Galison deixa sua posição muito clara, ao atacar o que chamou de theorocentrism, uma ênfase descabida dada à teoria, no século XX, tanto porque a relatividade e a mecânica quântica tiveram um grande impacto cultural, quanto porque filósofos da ciência tais como Thomas Kuhn e Russell Hanson, entre outros, se empenharam, de modo persuasivo e com elevada ‘excitação filosófica’, em enaltecer o papel da teoria na ciência (GALISON, 1999, p. 395)”. Sustentamos que Galison vai de um extremo a outro, e para tentar superar o que julga ser um “teorocentrismo”, acaba por defender um “laboratorio-

Assim como o teórico, o físico experimental, por mais que lide com “dados” e “sistemas físicos concretos”, não pode, enfim, chegar à natureza última da realidade. Desde Kant não podemos ignorar o papel que o sujeito do conhecimento tem na concepção do real. Isso não deveria, no entanto, ser encarado como um golpe contra a metafísica. Antes disso, representa sua inevitabilidade.

A fim de prosseguirmos, frisemos o que entendemos por metafísica nesse trabalho quando falamos especificamente de suas relações com a ciência. Já o dissemos na introdução, mas por rigor didático, nos permitamos repetir: Primeiro entendemo-la como conjunto de pressupostos fundamentais, básicos, acerca da natureza da realidade e do conhecimento. E também como “força de orientação”, algo que oferece respostas para a questão do sentido. Sendo assim, a metafísica possui dimensões, a saber, ontológica, epistemológica e axiológica. A metafísica, pois, engendra e sustenta uma visão acerca do real, uma concepção de mundo – e se nos diz o que é o mundo, e que ele pode ser conhecido, também nos insufla o sentido de como estar nele, indicando-nos um modo de vida, um modo de ser no mundo. Ou seja, quando, aqui, falamos em metafísica, queremos tratar de uma tradição filosófica que levanta questões plurais, que, em última instância, “orbitam” a questão do real, isto é, da natureza da realidade. São questões:

- a) Ontológicas: Acerca da natureza da realidade (Ex: Há um mundo externo independente de nós? O que são as entidades postuladas pelas teorias físicas? Isto é, quando, em todos os tempos, falamos em átomos, campos, éter, espaço-tempo, buracos negros, quarks, cordas, pontes de Einstein-Rosen, flogisto, centros de força, singularidades, bósons de Higgs, glue-balls, moléculas, etc., estamos lidando com entidades hipotéticas desprovidas de realidade física, constructos matemáticos úteis à elaboração de teorias e modelos, ou falamos de entidades cuja realidade física é objetiva, entidades para as quais os nossos conceitos apontam e delas se aproximam?).

centrismo”, como se as culturas materiais dos laboratórios não encarnassem ou expressassem princípios ou compromissos teóricos. Essa cisão artificial entre o mundo da teoria e o mundo da experimentação, nos parece, não encontra sustentação epistemológica, tampouco defesa histórica.

- b) Epistemológicas: Questões que tratam dos limites e possibilidades de conhecermos a realidade e de elaborarmos descrições ou representações verdadeiras (ainda que aproximadamente) da realidade.
- c) Axiológicas: Abordam quais valores encontram-se imbricados, isto é, são indissociáveis, dos compromissos ontológicos e epistemológicos adotados pelas comunidades de praticantes de ciências nos diferentes períodos históricos. (Ex.: Se adotarmos uma forma de realismo ou de antirrealismo em física, nossa posição ontológica e epistemológica será compatível com qual resposta para o problema “qual é o valor da ciência?” - e quais valores se mostrarão indissociáveis de nossa metafísica da ciência?).

Ao leitor mais versado na matéria, pedimos paciência. Devemos ser didáticos e esquemáticos, propositalmente, ainda que isso nos custe em beleza estilística ou mesmo torne o texto demasiadamente pedagógico. Lembramos, no entanto, que de fato, esse texto nasce da necessidade de se ensinar o tema para um público especializado pouco versado na tradição filosófica, a saber, estudantes e pesquisadores de física, biofísica e áreas afins. Pontuemos, abaixo, por onde a metafísica “emerge” da física, de dentro para fora, isto é, a partir das próprias necessidades teóricas da produção do conhecimento nessa área, bem como das práticas de pesquisa de tal comunidade específica. Os físicos lidam com a metafísica a partir de diversas necessidades efetivas do trabalho científico:

1. Defesa ou recusa de pressupostos ontológicos – Juízos axiomáticos sobre a natureza da realidade e da relação entre a ciência e o real.
2. Construção e revisão dos conceitos fundamentais – Elaboração e “ressignificação” dos conceitos, princípios e postulados fundamentais à construção de teorias e modelos. O recurso a entidades inobserváveis nos provê inúmeros casos concretos ao

longo da história⁵. Nesse mesmo sentido podemos nos perguntar como uma determinada teoria define (assume ou pressupõe) o que sejam “espaço”, “tempo”, “matéria”, “energia”, “movimento”, “massa” etc.

3. Elaboração de interpretações abrangentes - Interpretações de teorias e de experimentos à luz de teorias, “interpretação” ou “entendimento” acerca do conteúdo físico dos conceitos fundamentais.
4. Prática de ideais e valores compatíveis com a concepção de ciência assumida. (A relação entre os itens 1 e 4 expressa nosso princípio de adequação entre metafísica e axiologia, ou seja, nossa tese de que pressupostos metafísicos e princípios axiológicos se encontram “emaranhados”, reforçando-se mutuamente).

Tendo pontuado, ainda que brevemente, o que entendemos por metafísica no presente trabalho, e como, a partir de quais necessidades efetivas, os cientistas lidam com a metafísica em seu trabalho de pesquisa, passemos à consideração das relações entre ciência e metafísica nos séculos XIX e XX.

Ciência e Metafísica no alvorecer do Século XX

Quando o observado não é diretamente perceptível

Para a compreensão das próximas seções o leitor deve ter em mente, de antemão, que nem sempre aqueles filósofos naturais e cientistas⁶ que defenderam a metafísica, trataram-na pelo nome. Em boa parte do século XIX observamos, no meio científico, uma série de ataques à Filosofia, e de modo ainda mais contundente, à Metafísica. As razões são complexas, mas sem dúvida um dos fatores que mais forneceu combustível e argumentos para tais ataques foi a influência do positivismo comteano entre os cientistas. Certamente esse fenômeno é não somente “curioso” como bastante irônico, pois o positivismo nada mais é do que uma doutrina filosófica.

⁵ Como bem o demonstra Eduardo Simões (2021).

⁶ O termo “cientista” é bastante recente em sentido histórico. Foi proposto por um Filósofo Natural britânico, William Whewell, na década de 30 do século XIX.

Mesmo entre cientistas não positivistas, o termo “metafísica” poderia ser omitido, e a própria filosofia poderia não ser objeto de defesa explícita. No entanto as discussões filosóficas e o recurso à metafísica povoaram tal século. Podemos notá-las claramente nos debates sobre a natureza da realidade, a discussão sobre a capacidade de a ciência alcançar ou não a verdade, a busca por princípios na física, a presença da metafísica na elaboração de hipóteses e na construção e revisão dos conceitos básicos, as investigações sobre os fundamentos das ciências naturais etc. Nesses casos, os cientistas que se valiam da metafísica ou defendiam sua inevitabilidade, sem, contudo, reconhecer às claras o papel da metafísica, - nomeada enquanto tal -, assemelham-se a construtores de grandes catedrais que jamais pronunciam as palavras “alavanca”, “roldana”, “eixo”, “roda” e “andaime” e não reconhecem sua importância. Graças a tais elementos a catedral pode ser levantada, mesmo que seus construtores assim não o reconheçam.

São as práticas que caracterizam com o que, e como, trabalham os cientistas. Videira, no capítulo “A inevitável presença da Metafísica na Ciência Natural de finais do século 19” de seu *A inevitabilidade da Filosofia na Ciência Natural do século 19: O Caso da Física Teórica* destaca que muitos dos pronunciamentos públicos dos cientistas nesse período eram contrários à metafísica (VIDEIRA, 2013, p. 198). A presença da metafísica, no entanto, pode ser observada pelo olhar treinado, que sabe o que, onde, e como procurar. Assim como ao leigo um conjunto de manchas aparentemente disformes observadas em um microscópio se revela aos olhos treinados de um biólogo como uma cultura bacteriana específica, assim como uma série de riscos, pontos e traços em uma chapa com emulsão nuclear não diz nada ao leigo, mas aos olhos de um físico como César Lattes pode ser a imagem clara de uma partícula como o méson- π , aos olhos do filósofo e do historiador da ciência, a metafísica de um cientista ou de um grupo, se revela com clareza, ainda que permaneça oculta a quem não possui o treinamento adequado para tal prática de “observação”. Portanto, destacamos que houve períodos em que a presença da metafísica na ciência pode ser detectada ainda que não fosse publicamente assumida.

Do século XIX ao século XX

O debate sobre a presença da metafísica na Filosofia Natural, posteriormente chamada simplesmente de “Ciência”, possui uma longa história. Aos olhos de historiadores descontinuístas, como Alexandre Koyré, a chamada Ciência Moderna nasceu de uma Revolução Científica (Séc. XVII), que foi, em sentido radical, uma revolução epistemológica, filosófica, enfim, uma revolução metafísica. A Filosofia Natural de Galileu, ao romper com a Física aristotélica dos escolásticos, promoveu um renascimento da concepção de mundo pitagórico-platônica, fundamentando-se na matematização da física e na geometrização da natureza. Quando, no *Ensaia-dor*, Galileu diz que o livro da natureza fora escrito em linguagem matemática, o que vemos é a substituição da concepção de mundo de Aristóteles pela de Platão, e de seu antecessor, Pitágoras.

Assim, o nascimento da ciência moderna não demarca uma ruptura para com a Filosofia, sendo, ele mesmo, um movimento filosófico calcado em “novos” pressupostos metafísicos. A problematização da presença da metafísica nas ciências naturais se deu em diversos períodos. No século XIX houve uma intensa discussão a respeito. Em *A Inevitabilidade da Filosofia na Ciência Natural do Século 19. O Caso da Física Teórica*, Antonio Augusto Passos Videira nos mostra como o debate envolveu nomes como Boltzmann, Mach, Hertz, Helmholtz, Ostwald, Maxwell, Poincaré e Kirchhoff. O positivismo antimetafísico de Ernest Mach influenciou a negação da metafísica pelo Círculo de Viena no século XX. Contudo, o projeto de Schlick, Neurath, Carnap e outros, apesar de inúmeras contribuições para a Filosofia da Ciência e de sua grande influência entre filósofos e cientistas na primeira metade do século XX, não atingiu seu principal objetivo – o de demonstrar que a metafísica era não somente dispensável, mas realmente prejudicial à ciência.

Ao contrário do que pretendiam os membros de Viena, uma parte expressiva de físicos filósofos⁷ fundadores da mecânica quântica e da física relativística, como Max Planck, Albert

⁷ Assim chamados por serem físicos de formação, com sólidos conhecimentos filosóficos. Tais físicos deixaram uma robusta obra filosófica variando sobre temas como os fundamentos da física, a natureza da realidade e do conhecimento científico, a relação entre teoria e experiência, entre matemática e natureza, entre ciência e sociedade, o

Einstein, Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg e outros, por mais que tenham sido influenciados pelo positivismo lógico vienense em algum momento, terminaram por reconhecer a inevitabilidade da metafísica para as ciências naturais⁸. Para Schrödinger, “a supressão real da metafísica converte a arte e a ciência em esqueletos pétreos sem alma, incapazes do mínimo progresso”, a metafísica, segundo o físico filósofo, não é um elemento do “edifício da ciência”, mas “é o andaime de madeira ao qual *não se pode renunciar* para continuar edificando” (SCHRÖDINGER, 1988, p. 20-21). A metafísica seria “irrenunciável” não somente na construção dos conceitos fundamentais e no provimento dos pressupostos ontológicos e epistemológicos básicos, mas também no que diz respeito à questão do valor da ciência. Schrödinger considerava que o valor da ciência era participar da busca por responder à grande questão fundamental sintetizada por Plotino na fórmula radical “Quem somos nós?” (SCHRÖDINGER, 1996, p. 132).

Antonio Augusto Passos Videira em *Por que os físicos acreditam que as coisas existem: Breves comentários acerca das relações entre ciência e metafísica* (VIDEIRA, 2017) discute as diferentes formas de realismo adotadas pelos físicos filósofos. O realismo seria a metafísica básica do físico – ao menos do físico teórico ou mais especificamente, dos físicos filósofos da primeira metade do século XX. Em *Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX* (SILVA, 2017) vamos em direção semelhante e pontuamos a ontologia realista de autores como Schrödinger e Heisenberg⁹. Certamente, dentre os realistas, Planck e Einstein são os exemplos menos controversos e mais emblemáticos.

Max Planck (2012) pensava que a ciência possui uma dimensão metafísica fundamental. Não há teoria física que não assuma previamente tanto a realidade objetiva quanto a cognoscibilidade do mundo físico. “Existe um mundo exterior, isto é, independente do sujeito cognoscente, que por ele pode ser conhecido”. Poderíamos sintetizar assim o credo metafísico fundamental do cientista na concepção de Planck. Tanto o ponto de partida quanto o objetivo final da

método científico, critérios de demarcação, de escolhas entre teorias, o problema do valor da ciência, etc. Tais físicos, na grande maioria europeus, compreendiam que ciência e filosofia eram atividades indissociáveis.

⁸ Voltaremos a tal problema mais à frente quando tratarmos do debate entre realistas e antirrealistas.

⁹ Sobre aspectos diversos Heisenberg e Schrödinger poderiam ser considerados não realistas, e, em outros aspectos, realistas. Para o esclarecimento de tal questão indicamos as obras supracitadas de Videira e Silva.

ciência seriam filosóficos. “Sempre considerei a busca do absoluto a mais nobre tarefa da ciência” (PLANCK, 2012, p. 37). Em última instância, o que o cientista deseja fazer, o que motiva seu trabalho e lhe insufla ânimo, é chegar a uma compreensão da unidade e da ordem da natureza, participando assim, de uma busca filosófica que teve início na Grécia Antiga com os físicos originários, os cosmólogos que desejavam saber de que todas as coisas são feitas. Tal busca requer renúncia, diz Planck, pois devemos almejar o absoluto, aquilo que é universal e imutável, que permanece idêntico a si mesmo, que se encontra subjacente no cerne das leis da natureza, conscientes, no entanto, de que podemos dele nos aproximar, mas jamais o alcançaremos por completo (Ibidem).

Planck e a defesa do realismo: Os pressupostos da ciência.

Como muitos dos grandes nomes da ciência, o físico filósofo alemão não foi somente um cientista brilhante, como também um filósofo notável, capaz de refletir criticamente acerca dos fundamentos de sua própria atividade. De acordo com ele, a metafísica oferece à ciência pressupostos que são condições *necessárias para seu desenvolvimento*:

O fundamento e a condição prévia de toda ciência verdadeira e fecunda é a hipótese – indemonstrável em lógica pura, mas que a lógica também nunca poderá refutar – de que existe um mundo exterior independente de nós e que podemos conhecer diretamente por nossos sentidos particulares [grifo nosso] (PLANCK, 2012, p. 151).

De um lado toda a atividade científica, mesmo que tenha por objeto o que há de mais elevado no espírito humano, baseia-se num postulado indispensável: acima de todo acaso, de todo arbítrio, existe uma ordem regida por leis.

A filosofia de Planck é um bom exemplo de nosso pressuposto de que toda prática científica possui uma base metafísico-axiológica. A concepção de ciência de Planck está calcada tanto em pressupostos metafísicos quanto em princípios axiológicos. No plano axiológico, Planck concebe que o cientista deve reunir algumas virtudes básicas indispensáveis comuns aos religiosos, como a busca desinteressada da verdade. A fé no ordenamento e na unidade da natureza, a determinação e a coragem seriam valores fundamentais para o pesquisador. Em

relação aos pressupostos, como vimos, Planck assume uma posição que vamos chamar de “realismo nomológico”: “(...) o físico deve aceitar que o universo físico está governado por algum sistema de leis e que pode ser compreendido”.

Os pressupostos metafísicos de toda investigação científica na compreensão de Planck ficam ainda mais claros quando este afirma que:

(...) existem dois teoremas que em conjunto formam *o ponto cardinal que orienta toda a estrutura da ciência física*. Estes teoremas são: 1. Há um mundo real externo que existe independente de nosso conhecimento; 2. O mundo real externo não é diretamente cognoscível. Em certo sentido esses dois juízos se contradizem. Isto revela a presença de um elemento místico que se adere à ciência física como a qualquer outro ramo do conhecimento humano. As realidades cognoscíveis da natureza não podem ser totalmente descobertas por nenhum ramo de alguma ciência. Isso significa que a ciência nunca se encontra em situação de explicar de forma conclusiva e decisiva os problemas que tem de enfrentar. (...) *O objetivo da ciência vai além, é um incessante esforço até uma meta que nunca pode ser alcançada, pois, dada a sua natureza, é inexequível. É algo essencialmente metafísico e como sempre, se encontra além de nossas conquistas* (PLANCK, 1947, p. 87-88, grifo nosso).

A ideia da metafísica como *força de orientação* pode ser trabalhada de modo interessante a partir de um diálogo com Planck. O físico filósofo alemão concebe que dois pressupostos metafísicos formam o ponto cardinal que orienta a ciência física: *1. O mundo físico existe de modo objetivo, sendo ordenado em leis. 2. Este mundo pode ser parcialmente conhecido.*

Se os pressupostos são forças que orientam, como “pontos cardiais”, os valores da ciência são a atitude axiológica com que se deve caminhar. Que outra atitude seria capaz de encorajar alguém a buscar um alvo eternamente movente que nunca se apreende em sua totalidade? A prática científica é uma ascese, ou como dissera Boltzmann, *o cultivo de um ideal.*

A realidade das entidades postuladas pelas teorias físicas: o caso do átomo

Popper retrata bem o campo de batalha filosófica a que se transformara a ciência da natureza na segunda metade do século XIX em torno da questão da existência dos átomos, época em que “a teoria atômica era violentamente atacada por todos os lados e, em especial, por Mach e Ostwald” enquanto Boltzmann permanecia em uma posição de defesa do atomismo (POPPER,

2014, p. 227). As tensões do período histórico, bem como os ataques de Mach e a resistência de Boltzmann, também foram registradas por Planck:

(...) foi do ponto de vista filosófico que os puristas se opuseram durante décadas, obstinadamente, aos progressos da teoria atômica. Cabe citar em primeiro lugar Ernest Mach, que não se cansou de usar todos os recursos de sua análise conceitual e também de sua ironia mordaz para desacreditar o que considerava as opiniões ingênuas e grosseiras dos atomistas, que, para ele, estavam em singular oposição ao progresso filosófico da física moderna. Contra esses ataques, os adeptos da teoria atômica – entre os quais, na primeira fila, estava Ludwig Boltzmann – ficavam em situação difícil (PLANCK, 2012, p. 176).

Planck e Popper destacam não só a virulência dos ataques de Mach, como sua insistência em desacreditar a realidade física dos átomos. Ambos, no entanto, constatam que o realismo atomista saiu vencedor do embate. A história de tal querela demonstra muito claramente que a física é feita, dentre outras coisas, de disputas filosóficas e debates metafísicos acerca da natureza da realidade, dos limites do conhecimento, do sentido de conceitos fundamentais, das interpretações de teorias e dos resultados dos experimentos etc. Em todas essas questões, a metafísica perpassa a física, às vezes como um filamento robusto, visível, uma espécie de alicerce no nível dos fundamentos, às vezes como um fio tênue, sutil, que embora imperceptível para a maioria, salta aos olhos de quem o sabe identificar. Popper sugere que o positivismo de Mach e sua negação do átomo o aproximara da teoria da irrealidade da matéria de Berkeley, e foi Schrödinger quem percebeu as implicações metafísicas de tal movimento – implicações, aliás, devastadoras para os propósitos filosóficos de Mach:

(...) Schrödinger percebeu o que Mach, o antimetafísico, não conseguiu perceber – que a epistemologia de Mach, se desenvolvida coerentemente, levaria ao idealismo metafísico em que Schrödinger acreditava. (...) Nessa situação insatisfatória, Mach refletiu sobre a base epistemológica das teorias da matéria e foi levado a sua famosa obra *Análise das sensações*. Consequente, adotou uma filosofia da ciência que pouco diferia da de Berkeley: descartou a matéria como uma ideia metafísica, como a ideia de “substância”. (Sem dúvida, todas as teorias da matéria são, originalmente, metafísicas – mas precisamente permedianas) (POPPER, 2014, p. 237).

Popper ressalta como o programa machiano fracassou. O positivismo de Mach, que insuflou a antimetafísica no coração do Círculo de Viena e fez Carnap negar o sentido de qualquer distinção entre realismo e idealismo, teria experimentado do próprio veneno. Seus defensores

consideravam que a metafísica não passa de “fantasmas de velhas teorias físicas”. Para Popper, “é interessante como cai bem essa descrição em sua própria filosofia machiana” (POPPER, 2014, p. 238). Os pressupostos metafísicos da antimetafísica positivista e neopositivista expõem, às claras, suas contradições. Ao contrário de Mach, outros fundadores da física moderna souberam reconhecer o quão a metafísica é fundamental. Planck, Einstein, Heisenberg, Schrödinger são exemplos claros casos não queiramos retornar aos filósofos naturais, como Galileu e Newton, que retomaram o programa metafísico pitagórico platônico de matematização da física e geometrização da natureza, lançando as bases ontológicas e epistemológicas da ciência moderna. Dentre todos, destaquemos Maxwell, por nos lembrar do fato que as questões metafísicas permanecem sempre atuais, não envelhecendo com o concurso do tempo:

Afirmou-se que a especulação metafísica é coisa do passado e que a ciência física a extirpou. A discussão das categorias da existência, entretanto, não parece correr o risco de terminar em nosso tempo, e o exercício da especulação continua a ser fascinante para toda mente nova, do mesmo modo que o foi nos dias de Tales (MAXWELL, 2017, p. 93).

Temos que ressaltar em que contexto Maxwell faz tal afirmação. Ele o faz justamente ao discutir diferentes modelos atômicos, como o modelo de Thomson. Isto é, para Maxwell, a metafísica é parte indissociável e fundamental da própria física, pois o cientista da natureza em algum momento deve se perguntar pela realidade física das entidades com que lida em seu trabalho, e ao fazê-lo, já estará completamente imerso em um terreno filosófico, como em um genuíno “conjunto-interseção” entre física e metafísica.

O projeto machiano e neopositivista, ao propalar a dissociação entre física e metafísica, é um projeto de amputação, de mutilação, da própria física, em que um órgão vital é retirado em nome de um projeto “higienista” e logicista de pureza epistemológica. Essa visão positivista restou vencida na história da física hodierna. Em 1905, por exemplo, no artigo sobre o movimento browniano, Einstein defende um tipo de realismo, ao sustentar que o movimento de partículas em suspensão em líquidos em repouso é provocado pela colisão destas com agregados de entidades corpusculares físicas, as moléculas, compostas por átomos. Por esse e muitos ou-

tros trabalhos, a física do século XX considerou que os átomos possuíam realidade física objetiva, ao contrário do que defendia Mach. Em 1905 o debate acerca da existência objetiva dos átomos estava aberto. Com a defesa de Einstein a favor do realismo de entidades e a publicação, primeiro de sua dissertação de doutoramento, segundo, de um dos cinco artigos de seu *annus mirabilis*, o realismo de entidades, no caso átomo, ganhava novo fôlego.

Com o avanço da física de partículas, da cosmologia e de outros ramos das ciências físicas no século XX o debate acerca da realidade objetiva das entidades postuladas pelas teorias físicas voltou à baila no caso dos *quarks*, do Higgs, dos grávitons, dos buracos negros e das ondas gravitacionais, da energia e matérias escuras, das cordas e supercordas, etc., o que demonstra a presença da metafísica, a inesgotabilidade da questão da natureza da realidade. Há outro debate, correlacionado a esse, que ganhou destaque nesse início de século XX. O debate em torno da base empírica da ciência, do método científico e da possibilidade de a ciência alcançar o real. Tal discussão está no centro do chamado “Debate de Munich”, conhecido como “A batalha pela alma da ciência”, que teve lugar em 2014, envolvendo físicos, cosmólogos e filósofos da ciência¹⁰. De um lado, aqueles como Richard Dawid defenderam que em casos limites, a ciência, para avançar, não pode tomar a confirmação empírica como um dogma, uma necessidade inviolável. Se não fosse a teoria pura, sem contato com o mundo da experiência, postulando entidades inobserváveis, Einstein não teria ousado compor uma nova concepção do universo, diversos modelos cosmológicos, quicá o do próprio *Big Bang*, não poderiam existir, assim como os teóricos de cordas não avançariam em suas tentativas de unificação da física. Do outro, nomes como George Ellis, Carlo Rovelli e Joe Silk sustentaram que prescindir da base empírica seria atentar contra o método científico e abalar a confiança pública na ciência. A questão de fundo no “Debate de Munich” é metafísica. Como garantir que a ciência não é apenas um jogo matemático de palavras e símbolos, um conjunto de modelos ficcionais, mas o modo mais eficiente e rigoroso de conhecermos, ainda que aproximadamente, o real?

¹⁰ Para saber mais veja o artigo *A Fight for the Soul of Science* de Natalie Wolchover em *Quanta Magazine*:
<<<https://www.quantamagazine.org/physicists-and-philosophers-debate-the-boundaries-of-science-20151216/>>>.

Considerações finais

O trabalho de Einstein sobre o movimento browniano pesou a favor do realismo de entidades sem que isso fosse uma consequência inesperada do trabalho ou uma trivialidade filosófica. Einstein, apesar de ter passado por inúmeras fases, era já a tal época, um físico realista, que acreditava, tal como Planck, que não poderíamos fazer ciência sem a crença na existência de uma realidade física objetiva e na possibilidade de nos aproximarmos assintoticamente do real por meio do melhoramento contínuo, do esforço coletivo, histórico, de gerações de cientistas em busca de um ideal. Einstein, como Planck, era movido pelos ideais de busca por verdade, bem e beleza. São exemplos do quanto a metafísica provê uma forma de fazer ciência, e do quanto uma forma de se fazer ciência é também um modo de ser, uma forma de vida, de estar no mundo, e atribuir sentido a ele e à vida que o investiga.

Neste trabalho vimos, ainda que brevemente, que (1) a metafísica pode ser concebida como um conjunto de pressupostos e princípios básicos, que são não somente ontológicos, mas epistemológicos e axiológicos, (2) desde a antiguidade, da cosmologia dos primeiros *physikós* gregos, passando pela Filosofia Natural dos pioneiros da ciência moderna, até os físicos filósofos fundadores da mecânica quântica, questões metafísicas perpassaram em diversos níveis a investigação natural, (3) a presença da metafísica nas ciências naturais foi objeto de debates e disputas, tendo alcançado um ápice no século XIX, persistindo na primeira metade do século XXI, (4) e por fim, vimos como os físicos filósofos como Einstein, Planck, Schrödinger e Heisenberg consideraram a metafísica como um fundamento ao qual não se pode renunciar.

Em sentido geral, demonstramos que Ciência e Metafísica são atividades intelectuais entrelaçadas, e, embora tenhamos dado ênfase ao modo como a metafísica é vital para a ciência, pensamos que a relação é recíproca, e que a melhor metafísica de todas as épocas foi aquela feita por pensadores profundamente cientes dos resultados mais expressivos da ciência de seu tempo, pensadores com sólida formação em filosofia natural ou, seja como for, em ciência, a começar pelo próprio Aristóteles. Isto significa que Ciência e Metafísica, Metafísica e Ciência nutrem-se mutuamente, a tal ponto que é impossível eliminar uma sem secar a outra.

Agradecimentos

Devo agradecer, em primeiro lugar, aos demais organizadores do curso de Filosofia da Física, do Instituto de Física da UERJ, os professores Dr. Sandro Fonseca (Física/UERJ), Dra Marcia Begalli (Física/UERJ) e Antonio Augusto Passos Videira (Filosofia/UERJ) e à Dra Cristina Motta, organizadora do curso de Filosofia da Ciência do Instituto de Biofísica da UFRJ. Foram estes espaços que demandaram a redação e edição do presente texto. Agradeço ao Dr. Marcelo Byrro Ribeiro do Programa de Pós-graduação Multidisciplinar em Física Aplicada, do Instituto de Física da UFRJ, pela mesma razão. Agradeço aos colegas dos grupos de pesquisa Physikós (FACH-UFMS), ECTS (UERJ), TeHCo (IF-USP) e Lógica, Ciência e Linguagem (UFT) pelos diálogos fecundos, sem os quais esse texto não encontraria um ambiente devidamente rico e plural do qual nutrir-se. Enfim, agradeço à Revista Perspectiva pela publicação, e pelo efetivo esforço em dar espaço à produção em Filosofia da Ciência, de um modo geral, e Filosofia da Física, mais especificamente.

Referências

- DESCARTES, R. **O Discurso do Método**. Trad. J. Guinsburg e Bento Prado Junior. São Paulo: Nova Cultural, 1996.
- EINSTEIN, A. **Como eu vejo o mundo**. Trad. H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.
- EINSTEIN, A. **Meus últimos escritos**. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2017.
- EINSTEIN, A. Sobre a Teoria Geral da Gravitação. In: **Prêmios Nobel na Scientific American**. Duetto: São Paulo, 2010.
- EINSTEIN, A. Física e realidade. **Rev. Bras. Ensino Física**, v. 28, n. 1, 2006, p. 9-22.
- EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A Evolução da Física**. Trad. Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.
- GALISON, P. Culturas etéreas e culturas materiais. In: **A ciência tal qual se faz**. Coord. Fernando Gil. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 1999.
- HACKING, I. **Representar e Intervir**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2017.
- HANSON, N. **Russel. Patterns of discovery**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958
- HEISENBERG, W. **A Parte e o Todo**. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contratempo, 1996.
- HEISENBERG, W. **Física e Filosofia**. Trad. Jorge Leal Ferreira. Brasília: EdUNB, 1995.
- HEISENBERG, W. **Nuclear Physics**. London: Methuen & CO. LTD., 1953.
- MAXWELL, J. C. **Textos Selecionados**. Org. A. Passos Videira. Trad. C. Puig. Rio de Janeiro: Eduerj, 2017.

- NEWTON, I. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**. Trad. C. L. Mattos, P. R. Mariconda e L. Possas. São Paulo: Nova Cultural, 2000.
- PLANCK, M. **Autobiografia científica e outros ensaios**. Trad. E. Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.
- PLANCK, M. **Adonde vá la ciência?** Buenos Aires: Busquets, 1947.
- POPPER, K. **O mundo de Parmênides**. Trad. Roberto Leão Ferreira. São Paulo: Ed. Unesp, 2014.
- RENN, J. A Física de cabeça para baixo: Como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial. **Rev. Bras. Ensino de Fís.**, v. 27, n. 1, 2006, p. 27-36.
- SCHRÖDINGER, E. **A Natureza e os Gregos seguido de Ciência e Humanismo**. Lisboa: Edições 70, 1996.
- SILVA, V. **Qual é o valor da ciência? Metafísica e axiologia em tempos de Big Science e Tecnociência**. (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), 2017.
- SILVA, V. Teoria quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega. **Griot**, v. 15, n. 1, 2017, p. 2233-250.
- SILVA, V. Disputas epistemológicas e políticas entre imagens de Einstein: diferentes respostas acerca do valor da ciência e da universidade. **Em Construção: Arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciência**, v. 1, n. 2, 2017, p. 241-256.
- SILVA, V. É possível fazer física sem filosofar? **Perspectivas**, v. 5, n. 1, 2020, p. 54-66.
- SIMÕES, E. **A concepção física do mundo**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2021.
- VIDEIRA, A. **Por que os físicos acreditam que as coisas existem: Breves comentários acerca das relações entre ciência e metafísica**. Braga: Axioma, 2018.
- VIDEIRA, A. **A inevitabilidade da Filosofia na Ciência Natural do século 19: O caso da física teórica**. Ijuí: Ed. da Unijuí, 2013.

Vinícius Carvalho da Silva

Doutor e mestre em Filosofia da Ciência e Teoria do Conhecimento pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Pós-doc pelo IMS-UERJ. É professor de Filosofia na FACH da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (FACH-UFMS) onde coordena o "Physikós - Estudos em História e Filosofia da Física e da Cosmologia". É membro do Grupo de Pesquisa "Estudos Sociais e Conceituais de Ciência, Tecnologia e Sociedade", do "TeHCo - Grupo de Teoria e História dos Conhecimentos" do Instituto de Física da USP e do "Grupo de Pesquisa Lógica, Linguagem e Ciência" da UFT. É professor convidado na disciplina de Filosofia da Ciência na pós-graduação (mestrado e doutorado) em Biofísica do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IBCCF-UFRJ) e professor na disciplina de Filosofia da Física do Instituto de Física da UERJ. É o representante da participação da UFMS no Museum Alliance da NASA e membro da organização do International Masterclass Hands on Particle Physics no Departamento de Física Nuclear e Altas Energias do Instituto de Física da UERJ.