

Epistemólogos (in)escrupulosos e metafísicos (in)domesticados: como fazer Filosofia da Ciência entre e com cientistas

(Un)scrupulous epistemologists and (un)domesticated metaphysicians: How to make Philosophy of Science among and with scientists

**Prof. Dr. Vinicius
Carvalho da Silva**

UFMS

vinicius_c_silva@ufms.br

Recebido em: 14/09/2021

Aceito em: 06/10/2021

DOI: 10.12957/

Resumo

Nesse texto, um híbrido de ensaio e relato de caso, buscamos argumentar em defesa da necessidade de uma Filosofia da Ciência que não seja feita exclusivamente por e para pesquisadores de Filosofia da Ciência. A ideia é de que tal circularidade não somente cria uma espécie de comunidade autocentrada, como produz uma literatura autorreferente irrelevante para os praticantes de ciências. Ao narrar a experiência de alguns pesquisadores de Filosofia da Ciência que rompem com tal insulamento esotérico, e fazem filosofia entre e com cientistas – sem omitir o nosso próprio caso – buscamos ressaltar que, em nossa visão, o caminho em que a Filosofia da Ciência pode prosperar é marcado pela inter e multidisciplinaridade, pelo pluralismo, e pela colaboração efetiva com físicos, químicos, biólogos e todos os demais especialistas, que trabalham, no dia a dia, naquelas ciências, acerca das quais os epistemólogos – em tese – se ocupam. Enfatizamos essa abordagem plural e complexa nesse ano emblemático para o ECTS, que marca os dez anos do curso de Filosofia da Ciência na pós-graduação em Biofísica da UFRJ.

Palavras chave: Filosofia da Ciência, Metafísica, Estudos de Ciências, multidisciplinaridade, pluralidade.

Abstract

In this text, a hybrid of essay and case report, I seek to argue in defense of the need for a Philosophy of Science that is not made exclusively by and for Philosophy of Science researchers. The idea is that such circularity not only creates a kind of self-centered “parallel world”, but produces a self-referential literature irrelevant to science practitioners. By narrating the experience of some Philosophy of Science researchers who break with such esoteric insulation, and make philosophy among and with scientists – without omitting our own example – we seek to emphasize that, in our view, the path in which the Philosophy of Science can prosper is marked by inter and multidisciplinary, and pluralism, and by effective collaboration with physicists, chemists, biologists and all other specialists, who work, on a daily basis, in those sciences that epistemologists – in theory – deal with. We emphasize this plural and complex approach in this emblematic year for ECTS, which marks ten years of the Philosophy of Science course in the postgraduate in Biophysics at UFRJ

Keywords: Philosophy of Science, Metaphysics, Science Studies, multidisciplinary, plurality.

Filosofias das Ciências: Pluralidades e complexidades

Existem muitas correntes, tendências e autores, canônicos e menos conhecidos, em Filosofia da Ciência. Ter a(s) ciência(s) como objeto(s) de pesquisa talvez seja a única fonte de unidade. Além disso, que é algo básico e até mesmo tautológico, devemos considerar que é difícil defender uma unidade metodológica, doutrinária ou conceitual. Podemos dividir, esquemática e arbitrariamente, a História da Filosofia da Ciência em três períodos: As origens da Filosofia da Ciência na primeira metade do século XIX com William Whewell na Inglaterra, o período da “Filosofia da Ciência Tradicional” (FCT), da segunda metade do século XIX à segunda metade do século XX, e, por fim, o aparecimento de uma “Nova Filosofia da Ciência” (NFC) nas últimas décadas do século XX. A NFC incorporaria as contribuições de áreas sumamente multidisciplinares e plurais, como os *Sciences Studies* e movimentos derivados¹.

A seguir, discorreremos brevemente sobre cada um desses três períodos, sem ignorar que outros recortes históricos seriam possíveis, e até mesmo mais sofisticados. Buscaremos considerar também que as diferenças entre FCT e NFC não são a rigor, históricas. Isto é, além do recorte histórico, devemos ressaltar uma demarcação que é tanto epistemológica quanto metodológica. Isso é importante para eliminar qualquer confusão quanto ao fato de que, a despeito de estarmos rumo ao fim do primeiro quarto do século XXI, parte não desprezível da pesquisa em Filosofia da Ciência encontra-se mais identificada à FCT do que a NFC. Ou seja, o momento histórico nos ajuda a entender as tendências dominantes de pesquisa, mas não as determinam.

Essa divisão da História da FC em três períodos se refere à institucionalização da disciplina, isto é, ao surgimento de uma área de pesquisa filosófica que, aos poucos, foi se tornando uma tradição própria dentro da Filosofia, se consolidando progressivamente, desde o século XIX, como um campo específico de investigação, muito próximo, ou em superposição, com os estudos em lógica, epistemologia, axiologia etc. Evidentemente essa História da FC não abrange as relações antiquíssimas entre filosofia e ciência, não dá conta do fato de que a filosofia surge como ciência, a ciência nasce como filosofia.

Os filósofos anacronicamente chamados de “pré-socráticos” eram cosmólogos, físicos, *physikós*². A busca por unidade e ordenamento da natureza, que começa com os físicos gregos marca toda a história da cosmologia científica (Einstein e Infeld, 2008). Não à toa, incontáveis são os autores que apontam a filosofia grega antiga como origem, ou fonte, da ciência (Schrödinger, 1996). Ali teríamos o nascimento do pensamento científico (Rovelli, 2020) e o aparecimento das primeiras teorias cosmológicas naturalistas e racionais (Popper, 2014). Desde então a inseparabilidade entre filosofia e ciência está posta, e é preciso não uma cirurgia agressiva e de altíssimo risco, mas uma verdadeira mutilação, para desmembrá-las. Esforço hercúleo e infrutífero. Mesmo se adotarmos uma perspectiva descontinuista, e pensarmos que a ciência moderna nasce de uma ruptura intelectual profunda, de uma “Revolução Científica”, o projeto mutilatório permanece inconsistente. Claro que a ciência moderna possui suas especificidades, suas peculiaridades, seu próprio contexto, mas nada disso a torna menos filosófica, ou antifilosófica. Argumentar isso soa tão absurdo quanto dizer que o jazz de Thelonious Monk é menos “Musical” do que as composições de Bach,

1 Para saber mais sobre os Science Studies e sobre a relação entre FC e SS, ver VIDEIRA, A. A. P. A filosofia da ciência sob o signo dos Science Studies. **Abstracta**, v. 2, n. 1, 2005. e MENDONÇA, A. L. O. Por uma nova abordagem da interface ciência/sociedade: a tarefa da filosofia da ciência no contexto dos science studies. 2008. 198 f. Tese (Doutorado em Filosofia da Ciência) - Programa de Pós-Graduação em Filosofia, UERJ, Rio de Janeiro. Nossa “aproximação”, se devemos chamar assim, à perspectiva dos SS não deve ser compreendida como irrestrita ou acritica. Para uma abordagem crítica dos SS, sobretudo o que chamamos de “limites do descritivismo”, ver [SILVA, V.C.](#); VIDEIRA, A. A. P. Como as ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, p. 1041-1073, 2020.

2 No livro B (terceiro) da *Metafísica*, Aristóteles se refere aos φύσις, como Empédocles, que buscavam reduzir a realidade à unidade inteligível, ou ao menor número de elementos constituintes. Na tradução de Edson Bini (2012) pela Edipro da passagem (1001a1 [10]) do Livro Três, o termo escolhido em língua portuguesa é físicos, ao passo que Perine (2002) pela Edições Loyola, optara anteriormente por naturalistas para traduzir o mesmo termo. Bini, em nota, utiliza filósofos da natureza como equivalente a físicos. O nome *Physikós* nos remete aos “filósofos” originários, “Aqueles que estudam a natureza”, o termo grego utilizado para designar os pensadores chamados de físicos, filósofos da natureza e naturalistas, conhecidos posteriormente pela alcunha anacrônica de “filósofos pré-socráticos”. Aqui seguimos o “GREEK PHILOSOPHICAL TERMS: A Historical Lexicon” de F. E. PETERS (New York University Press, 1967, p. 158): “*Physikós*: student of physis (q.v.), natural philosopher”.

ou que as telas de Modigliani são menos pictóricas do que as de Michelangelo. Ruptura de estilo não representa descontinuidade de gênero.

A ruptura, que de fato há, não é entre a ciência moderna nascente e a filosofia enquanto tal, mas entre a Filosofia Natural nascente, com inequívocos traços neoplatônicos, e a metafísica e a física aristotélica, defendida pelos escolásticos. A Revolução Científica não é, pois, como uma cândida leitura de manual poderia sugerir, uma revolta contra a filosofia, mas uma revolução filosófica, metafísica, ou seja, é mais um capítulo da própria história da filosofia. Enquanto a Filosofia Natural escolástica é marcada por uma adesão irrestrita à física aristotélica, ao sistema de mundo aristotélico-ptolomaico, à metafísica de Aristóteles e a uma concepção instrumental de *Scientia Naturalis* (Duhem, 2014), a Filosofia Natural de Galileu e Newton retoma o programa metafísico pitagórico platônico de matematização da física e geometrização da natureza (Koyré, 1986, 1996).

A Filosofia Natural de Galileu, Newton, Descartes, Laplace, Darwin, etc., se consolidará como “ciência”, e no século XIX, uma área da filosofia surgirá como uma tentativa múltipla de (a) legitimar a ciência (filosófica e socialmente) (b) analisar o conhecimento científico epistemológica e logicamente e (c) defender para a ciência um conjunto de valores. Esse é o projeto da Filosofia da Ciência enquanto área recente de investigação. Desde sua origem a Filosofia da Ciência é feita por e para cientistas. A Filosofia da Ciência não nasceu no interior dos departamentos de Filosofia, feita por filósofos que escrevem para outros filósofos sobre o que é a ciência, o método científico, como ela deveria ser feita, etc. A filosofia da ciência feita por “filósofos de gabinete”, para utilizar uma expressão ressentida, talvez recalçada, mas com sua dose justificada de ironia mordaz, uma expressão utilizada por Richard Feynman ao criticar o que vamos chamar de “filosofia dos filósofos para filósofos”, é um fenômeno de certo modo recente na história da filosofia da ciência.

Essa filosofia da ciência circular e infecunda nasceu nos áureos tempos da Filosofia da Ciência tradicional, e até hoje prolifera abundantemente nos bastidores esotéricos dos espaços de investigação filosófica pura, onde pesquisadores ciosos fazem uma filosofia da ciência com tantos logicismos e tecnicismos, com tanta análise linguística e discussões semânticas, com tantas discussões completamente apartadas do trabalho real dos cientistas, que os físicos que tomam tal literatura em mãos dificilmente conseguem entender “do que eles estão falando”, dificilmente reconhecem qualquer contato entre os textos desses eruditos e *experts* e o trabalho real dos cientistas. Vale ressaltar, no entanto, que grandes nomes da Filosofia da Ciência tradicional, como Popper e Kuhn (Este último já um autor de transição), foram efetiva e massivamente lidos por cientistas mundo afora, sendo, de fato, influentes nos meios científicos (Rovelli, 2018). Destaca-se também que tanto Popper quanto Kuhn, para circunscrevermos o exemplo a esses dois nomes canônicos, dialogavam fortemente com cientistas – o próprio Kuhn era, de fato, um físico que se tornou icônico para a Filosofia e a História da Ciência a partir da publicação de sua *Estrutura das Revoluções Científicas*³.

O caso de Popper é exemplar para mostrar como a FCT não é, necessariamente, insular. É bem verdade que o tipo de Filosofia da Ciência de Popper não tem a mesma abertura de autores da NFC, que significativamente poderíamos chamar de “pós-popperianos”, destacando Feyerabend como exemplo. No entanto, é igualmente verdade que não se pode reduzir as contribuições de Popper à (muito instrutiva e enormemente influente) *A Lógica da Pesquisa Científica*.

Embora não haja uma efetiva “virada histórica e sociológica” em outras obras, não podemos omitir o fato de que escritos como *Conjecturas e Refutações* e *O Mundo de Parmênides* revelam uma abertura filosófica e um estilo epistemológico diferentes da *Lógica* – são escritos muito mais sensíveis à questões históricas e sociais, como por exemplo, o mundo cultural grego onde a ciência teria nascido por meio da física e da cosmologia de pensadores como Parmênides. Mas o que faz a Filosofia da Ciência de Popper “aberta” (com e entre cientistas) e não “fechada” (de filósofos para filósofos) é, sobretudo, o modo como seus escritos circulam por comunidades de praticantes de ciências – e não o conteúdo dos mesmos.

3 Anteriormente, os próprios neopositivistas e empiristas lógicos, dos Círculos de Viena e Berlim, como Schilick, Carnap e Reichenbach, por exemplo, eram oriundos de carreiras científicas e travavam diálogo aberto com diversos cientistas. Ainda assim, poderíamos dizer que esses “cientistas filósofos” fizeram uma filosofia da ciência ortodoxa, estritamente focada em problemas lógico-semânticos.

De um modo geral, sem que isso seja tomado como uma lei, no que diz respeito ao conteúdo e ao método de pesquisa⁴ a FCT tende a ser epistemologicamente fechada e a NFC, aberta e plural, interagindo com outros campos de pesquisa (História, Ciências Sociais etc). A grande ironia, nesse caso, é que a NFC pode abrir-se tanto, a ponto de “pulverizar-se”, tornando-se, quiçá, “difusa” e também irrelevante para a “ciência tal qual se faz”⁵. Os extremos são indesejados. As narrativas produzidas por uma literatura que assume um “reducionismo histórico/sociológico” podem ser tão insensas, incipientes e até mesmos *non sense* para a grande maioria dos cientistas, quanto seu oposto, uma literatura pautada por um “reducionismo epistemológico/lógico-semântico”.

Quando a NFC se confunde com uma perspectiva relativista, desprezando a importâncias das dimensões epistemológica, lógica e metodológica da ciência, considerando apenas as dimensões cultural, social, política, ela perde sua capacidade de comunicar-se frutiferamente com a comunidade científica. Raríssimos cientistas (se houver), dentre os físicos, químicos, biólogos, estarão dispostos a considerar que podemos explicar todo o conhecimento científico, incluindo os fundamentos de seu conteúdo, a partir de análises estritamente históricas e sociológicas. Ora, se a Nova Filosofia da Ciência se torna epistemológica e logicamente anêmica dificilmente será relevante na formação e no trabalho de cientistas e pesquisadores “extramuros”. Claro está que a NFC deve ser alternativa, mas não antagonista, à FCT, e que sua prosperidade depende da sua capacidade de manter-se plural e autocrítica.

Por tudo isso, fica patente que não há, de nossa parte, nenhum desprezo pelo formalismo lógico, pela análise linguística, pela investigação semântica ou pela densidade de uma “epistemologia pura e dura”. Tudo isso é necessário, inegavelmente importante, e há espaço para múltiplas abordagens e perspectivas em Filosofia da Ciência. Alguém como este autor pode se beneficiar muito de tal tradição – e mais do que isso, os próprios cientistas naturais também. A crítica que fazemos, por exemplo, não é à lógica, mas ao que poderíamos chamar de “esoterismo epistêmico-logicista” enquanto crença internalista de que poderíamos explicar o que é o conhecimento científico a partir de análises epistemológicas/lógico-semânticas. Tal crença está enraizada em uma determinada tradição intelectual que menospreza os chamados “fatores externos” ou “extra-epistêmicos” na produção do conhecimento científico. Tal visão culminaria no entendimento de que o conhecimento científico é como o produto ou resultado de um método científico universal.

Explicar a ciência seria explicar o método, o passo a passo da elaboração de teorias e da execução e interpretação de experimentos realizados para testá-las. Da compreensão da natureza do método científico nos adviria também a fundamentação de um critério de demarcação entre ciência e não-ciência. O trabalho da “epistemologia dura”, ou, do filósofo da ciência seria o de definir, estabelecer, ou ao menos, reconstruir (no sentido de esclarecer, sistematizar e explicitar – e, no limite, até mesmo axiomatizar) o método científico, resolvendo também, por conseguinte o problema da demarcação.

O presente texto é uma crítica à tal crença, uma crítica à postura daqueles que pensam que por meio de uma “epistemologia dura” (servindo-se da análise lógico-semântica, da axiomatização, da sistematização), seria possível compreender o que é a ciência *ipsu facto* e estabelecer um critério de demarcação universal, fixo e inequívoco.

O objetivo desse texto, no entanto, não é promover uma análise detalhada, metódica, da “filosofia da ciência dos filósofos da ciência para os filósofos da ciência”, mas, antes, voltar nosso foco na direção contrária. Queremos, com o recurso explícito e direto a casos concretos, falar da filosofia da ciência feita “com”, “entre” e para cientistas (e filósofos, claro!).

A abordagem que defendemos, como já frisamos, não despreza a lógica, a filosofia analítica, a filosofia da linguagem, a semântica, não despreza o formalismo, o rigor conceitual, a axiomatização, a sistematização,

4 Por “método de pesquisa” – e talvez teria sido melhor optar pelo famoso termo “metodologia de pesquisa” – nos referimos ao modo de trabalho, os tipos de práticas, interações (inter)disciplinares, referências bibliográficas (a literatura consultada), enfim, o conjunto de ações empregadas na “produção” da pesquisa.

5 Aqui nos utilizamos de uma expressão que dá título a uma importante obra para a NFC e o SS: GIL, F. (Org.). *A ciência tal qual se faz*. Tradução de Paulo Tunhas. Lisboa: Ed. João Sá da Costa, 1999

a “epistemologia dura”. Recebemos e utilizamos tal tradição. No entanto, embora a consideremos necessária, não a tomamos como suficiente. Incorporamos, também, as pesquisas historiográficas, históricas e sociológicas. Ou seja, assim como não desprezamos os aspectos epistêmicos “internos” não desprezamos os “fatores externos”. No entanto, mais do que adotarmos um princípio de simetria entre fatores internos e externos, o que fazemos, de certo modo, é mesmo prescindir de tal distinção, considerando que o trabalho do epistemólogo ou filósofo da ciência engloba a pesquisa das múltiplas e complexas dimensões da produção do conhecimento científico. Assim como não podemos responder “O que é a ciência e como ela realmente é feita?” exclusivamente a partir da análise lógica não poderíamos fazê-lo somente a partir da análise histórica e sociológica.

Nesse sentido, a noção de “nível” trabalhada por Bunge em “Física e Filosofia” pode nos ser útil (Bunge, 2012). A ciência possuiria diversos níveis, do mais esotérico ao mais exotérico, e todos devem ser levados em conta se quisermos melhor compreendê-la. Ou, adotando uma imagem menos ortodoxa, e mais afeita aos *science studies*, a(s) ciência(s) como parte(s) da cultura, possuiria(m) uma natureza complexa, como uma tessitura formada por filamentos emaranhados de fios multicolores, cada cor representando uma dimensão, tais como a dimensão epistêmica, metodológica, lógica, histórica, social, institucional, axiológica, política, ideológica, econômica, e assim por diante.

Em tese, sempre seria possível adotarmos alguma forma de reducionismo fraco ou moderado no sentido de buscarmos “descascar a cebola” em busca do núcleo duro da ciência, em busca do que é mais fundamental. No entanto, se acharmos tal núcleo, se isolarmos esse elemento mais fundamental, o que teremos já não será “a ciência”, mas um “bloco de construção” ideal que, retirado do “todo”, nos dirá muito pouco sobre a ciência tal como é feita.

No entanto, voltamos a frisar, nossa intenção não é prosseguir nessa discussão, por mais importante que seja. Aqui queremos, entre o “ensaio” e o “relato de caso”, discorrer sobre como fazer filosofia da ciência com e entre cientistas. Nos permitimos, encarnar uma perspectiva “localista”. Explico. Até podemos citar “grandes nomes” da cena internacional. Por exemplo, a presidente eleita da *Philosophy of Science Association*, PSA, Dra. Michela Massimi, além de lecionar Filosofia da Ciência no Departamento de Filosofia da Universidade de Endiburgo, é afiliada, na mesma universidade, ao Centro Higgs de Física Teórica, mantendo estreita interlocução com seus colegas de grupo, maciçamente físicos. Se multiplicarmos os exemplos, lançaremos luz também nas omissões.

Nossa perspectiva localista se deve ao fato de que focaremos em ações locais, especialmente a inserção do ECTS – Estudos Sociais e Conceituais de Ciência, Tecnologia e Sociedade, no Instituto de Biofísica da UFRJ e novamente do ECTS e do *Physikós*-UFMS no Instituto de Física da UERJ. Antes de passar aos casos concretos, quero chamar a atenção, também, para a atuação de outro grupo de pesquisa do qual esse autor faz parte, o TeHCo - Teoria e História dos Conhecimentos, do Instituto de Física da USP, que reúne pesquisadores oriundos de diversas especialidades, como Física, História, Educação e Filosofia, desenvolvendo atividades marcadas por uma abordagem epistemológica plural e complexa.

Filosofando – e trabalhando – com os físicos do CERN: do Large Hadron Collider ao Departamento de Física Nuclear e Altas Energias da UERJ

O *International Masterclass Hands on Particle Physics* ou “Trabalhando com os físicos do CERN” é um projeto de divulgação e educação em física de partículas, desenvolvido pelo CERN, o Centro Europeu de Pesquisa Nuclear, em parceria com diversas instituições internacionais⁶. O projeto é organizado pelo IPPOG, o Grupo Internacional de Divulgação em Física de Partículas⁷. Seu intuito é introduzir alunos de vários níveis

6 Para saber mais ver SILVA, V. C. da; BEGALLI, M. Masterclass Hands on CERN. *CROLAR - Critical Reviews on Latin American Research*, v. 5, p. 84-87, 2016.

7 Para o site oficial, ver << <https://physicsmasterclasses.org/>>>

no mundo da física de partículas, ensinando-lhes como usar o software que os físicos do CERN utilizam para identificar as partículas resultantes das colisões próton-próton ocorridas no LHC⁸.

Desde quando começamos a realizar o projeto, a rotina de análise de eventos do LHC nos consome longas tardes no Departamento de Física Nuclear e Altas Energias da UERJ⁹, onde a “sede” do Masterclass (UERJ) está instalada até hoje¹⁰. Seminários de introdução à física de partículas, sessões de apresentação dos softwares de análise de colisão do CERN, sessões de análises de eventos reais do LHC ocorrem durante todo o ano. Tomemos, arbitrariamente, a mero título de ilustração, o ano de 2009 como base. Ao final de meses de trabalho, nosso grupo havia analisado cerca 2000 eventos de colisão próton-próton, preenchendo uma extensa tabela em um quadro branco, onde todos podiam ver o progresso das análises. Na tabela podíamos contabilizar quantos elétrons, quarks, múons, glúons, bósons etc., havíamos identificado. Alguns eventos, gostávamos de pensar, talvez fossem a chave para o bóson de Higgs.

Analisar uma colisão de partículas é trabalho que exige um determinado tipo de treinamento, que desenvolve um *saber-fazer* capaz de naturalizar a teoria a tal ponto, que a física de partículas passa a “fazer sentido” diretamente “nos olhos” do observador¹¹. Observa-se a um só tempo os traços multicoloridos da imagem do evento quantos seus dados. A imagem evidentemente, é uma reconstrução pictórica do que “deve” ter acontecido com base no modelo padrão de física de partículas. A reconstrução é feita a partir de uma série de dados, como (a) os detectores que foram acionados, (b) as energias de entrada e saída, (c) a intensidade dos jatos, (d) o número de traços.

Tal procedimento de análise nos permite problematizar uma série de questões, como a natureza dos modelos – e especificamente dos modelos pictóricos – em física, a relação entre representação e realidade, as relações de incerteza nos experimentos. Por exemplo, a imagem de uma colisão pode ser muito bonita, com traços de diversas cores formando linhas retas, ou “jatos” volumosos (cheios de energia) de diversas cores, algumas linhas curvas que atravessa as muitas camadas de detectores de um experimento como o ATLAS ou o CMS (Ou o ALICE e LHCb). No entanto, os estudantes devem, exercitando o pensamento abstrato e lidando com os conceitos fundamentais de física de partículas, mecânica quântica e relatividade, compreender a diferença entre as representações (visuais ou puramente intelectivas) da realidade e a realidade física em si¹².

Como exemplo, podemos pensar no princípio de incerteza de Heisenberg e na impossibilidade, que dele se segue, de falarmos em trajetórias determinadas de partículas subatômicas entre duas posições da métrica espaço-temporal no mesmo sistema referencial. Ora, se não podemos localizar perfeitamente a posição da partícula a cada intervalo de tempo (sem perder completamente seu momento), então não podemos ter uma trajetória – o que torna o traço colorido no evento analisado uma mera “ficção” ou representação. O traço não deve ser compreendido como a representação fidedigna de uma trajetória (o que geralmente é intuitivamente feito por neófitos), mas como a representação de quais detectores foram acionados. O tamanho ou volume do traço indica o nível de energia e a cor é convencionalmente atribuída pelo software, discriminando partículas distintas.

Há muito conhecimento teórico fundamentando, alimentando e “condicionando” a observação, pois ninguém que observa um evento próton-próton tem a mínima condição de saber o que está vendo se desconhece a física de partículas, o modelo padrão e uma série de princípios e conceitos. No entanto, assim como dirigir envolve a instrumentação de um conhecimento que se tornou naturalizado, ou tácito, observar um evento como esse envolve um certo tipo de “olhar”, de olhar treinado, de habilidade “artesanal” ou “cirúrgica”.

8 Sobre a utilização de tal tecnologia no ensino de ciência, ver **SILVA, V. C.**; BEGALLI, M; MACCOY, C. S. O. Laboratórios de tecnologia remota no Ensino de Física e educação em ciências: o caso do Hands on Particle Physics e do Museum Alliance da Nasa. *HUMANIDADES & INOVAÇÃO*, v.7, p.222 - 230, 2020.

9 Para conhecer o site local, ver << <https://handsoncernrio.webnode.com/> >>

10 O autor do presente trabalho é membro do *Masterclass Hands on Particle Physics* do IF-UERJ desde 2009.

11 Evidentemente estamos cientes das complexidades dos processos cognitivos envolvidos. Apenas indicamos que a habilidade da instrumentação parece envolver um tipo de conhecimento que poderíamos chamar de artesanal.

12 Sobre o potencial do *Masterclass* para o Ensino de Física ver: **SILVA, V. C.**; BEGALLI, M. Possibilidades e alternativas para o Ensino de Física: pensando em uma educação crítica, criativa e não utilitarista. *Ciência e Sociedade*, CBPF, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2018.

Esse *saber-fazer* da observação científica é resultado de conhecimento teórico e muita prática. Os jovens estudantes do Masterclass de 2009 não tiveram todo esse tempo de prática (que pode durar anos), mas se em alguns lugares o Masterclass é um evento de um único dia, com palestras e vídeo-conferências, na UERJ o projeto é de fluxo contínuo, com rotina de estudo e pesquisa. A postura multidisciplinar e pluralista da coordenação local favorece a colaboração de alunos de física, engenharias, ciência da computação e filosofia.

Hoje em parceria com o Physikós – Estudos em História e Filosofia da Física e da Cosmologia, da FACH-UFMS¹³, o Masterclass permanece em atividade durante a pandemia realizando eventos *on line* como mini-cursos, lives, palestras, seminários, explorando temas como filosofia da ciência, filosofia da mecânica quântica, estudos de ciências, axiologia da pesquisa científica etc¹⁴. Se contarmos os eventos promovidos desde 2020 e transmitidos pelo Centro Acadêmico de Física da UERJ¹⁵, atingimos cerca de 20 mil visualizações, o que é um número razoável para um projeto acadêmico de divulgação e ensino de ciências.

Há anos, por meio do Masterclass, promovemos eventos de Filosofia da Ciência “com”, “entre”, e “para” um público de física, que engloba desde estudantes de graduação a pesquisadores. O convívio com os físicos, a colaboração em artigos, na organização de eventos, em reuniões, as longas discussões internas, tudo isso impacta diretamente o nosso próprio entendimento acerca da ciência, e, igualmente, da filosofia da ciência. Quando fazemos filosofia da ciência de tal forma, “com” e “entre” cientistas, tal influência certamente se faz sentir no próprio conteúdo de nossas pesquisas. Da mesma forma, o que escrevemos e falamos ressoa muito mais, ou “faz muito mais sentido” entre os cientistas, pois aos poucos é como se filósofos e cientistas, pelo convívio, fossem aprendendo uma linguagem comum, compartilhando um *ethos*, e não somente se entendendo, mas se enriquecendo mutuamente.

Como afirma Bunge em *Física e Filosofia* (2012) a interação entre filósofos e físicos (e cientistas em geral) é fundamental e enriquecedora para ambos. Pensamos que não é somente o filósofo da ciência que ganha quando faz filosofia com e entre cientistas, é o cientista que, igualmente se torna mais profícuo, mais ciente dos problemas de sua própria área de pesquisa, quando faz ciência com e entre filósofos.

O Physikós é como um herdeiro da atitude do ECTS. Ambos possuem membros em comum, e tem a mesma característica: são formados, pluralmente, por pesquisadores de diversas áreas, como filosofia, física, cosmologia, química, biologia, ciências sociais, história etc. Desde 2020 o Physikós e o ECTS participam da organização do curso de Filosofia da Física, da graduação em Física da UERJ. Nossa inserção no Instituto de Física da UERJ, portanto, vem se intensificando, e gerando cada vez mais intercâmbio entre físicos e filósofos. Essa é a atitude que queremos destacar nesse trabalho. Em nossa visão, a Filosofia da Ciência, para prosperar, deve buscar uma intensa colaboração com outras áreas, sob o preço de tornar-se estéril, refém de um insulamento nocivo.

Einstein escreveu que os cientistas devem ser como epistemólogos inescrupulosos, capazes de adotar diversas perspectivas filosóficas, conforme a necessidade. Também enfatizou que todo físico teórico é como um metafísico domesticado – um metafísico em busca de elaborar grandes sistemas teóricos que correspondam ao mundo da experiência – e que os físicos não devam deixar aos filósofos a tarefa de filosofar, os físicos devem filosofar, necessariamente, como parte de seu trabalho científico. Nos ambientes plurais e multidisciplinares em que atuamos em colaboração com pesquisadores de variados campos, somos e estamos na companhia de epistemólogos inescrupulosos e metafísicos domesticados.

13 Para saber mais ver << <https://physikois.webnode.com>>>

14 No canal de youtube do Masterclass, chamado “Dois Prótons e um café”, o leitor pode assistir as lives realizadas pelo projeto, A título de exemplo, indicamos a live “O valor da ciência” com Antonio Augusto Passos Videira, disponível em << https://youtu.be/x4fkYqJL32I?list=PL49RitMgyFbvJ_4_VVnS9G82eVkWMxgYp>>.

15 O Cafis-UERJ, Centro Acadêmico de Física, tem participado ativamente da organização e divulgação das atividades promovidas pelo Masterclass.

O ECTS e os dez anos do curso de Filosofia da Ciência na pós-graduação em Biofísica da UFRJ: A questão do valor da ciência

Para o ECTS – Estudos Sociais e Conceituais de Ciência, Tecnologia e Sociedade, o título desse artigo poderia tornar-se interrogativo e expressar certa perplexidade. Como não fazer Filosofia da Ciência com e entre cientistas? Tal coisa seria mesmo possível? E se possível, em que medida seria desejável? A quem e a o que serviria uma Filosofia da Ciência exclusivamente de filósofos para filósofos, sem trânsito algum com as ciências? Não seria apenas um *puzzle*, um passatempo intelectual nos ermos círculos internos da douta filosofia? Que mísero pedaço de palha, no dia a dia do mundo efetivo da pesquisa científica, mover-se-ia sob a influência de tal vento? Quando, em que tempo, teve a Filosofia tal postura insular? Certamente não com Aristóteles, tampouco com Leibniz ou Descartes, e muito menos com Galileu e Newton. Como salienta Rovelli em *A Física precisa da Filosofia e a Filosofia precisa da Física* (2018), em todos os tempos, a boa ciência foi aquela feita em íntimo contato com a Filosofia tanto quanto a boa Filosofia foi aquela feita em íntimo contato com a ciência.

A ideia de que a Filosofia da Ciência é estruturalmente multidisciplinar, aberta, plural, e que se desenvolve em constante e intenso diálogo com cientistas está na própria gênese do grupo. Gostaríamos de destacar três pontos que expressam isso de maneira exemplar. Os dois primeiros pontos são de fato basilares, ao passo que o terceiro poderia ser facilmente considerado uma trivialidade, caso estivéssemos dispostos a desconsiderar a importância da localidade, dos ambientes institucionais, das dinâmicas internas em nossa análise da identidade de um grupo de pesquisa. O primeiro ponto a ser ressaltado é a formação heterogênea do grupo. Se pensarmos em áreas, veremos que diversas são as especialidades representadas pela pluralidade de seus membros. Filosofia, Sociologia, História, Física, Cosmologia, Química, Biologia, Educação. A ideia de que o conhecimento em Filosofia da Ciência circula por uma complexa rede de saberes envolvendo a interação entre diversas expertises está no DNA do grupo.

O segundo ponto em relevo é a presença do grupo no Instituto de Biofísica da UFRJ, onde há dez anos organiza e ministra o curso de Filosofia da Ciência para pós-graduação (mestrado e doutorado) da casa¹⁶. Poderíamos dizer que esse espaço é uma espécie de laboratório dinâmico que ano a ano repete o experimento de colocar, no mesmo tubo de ensaio, os pesquisadores do ECTS e os jovens pesquisadores da UFRJ, que vem de especialidades como biofísica, bioquímica, toxicológica, e inúmeras outras áreas das ciências biológicas e biomédicas. Nesse laboratório, ano a ano, o ECTS tem feito Filosofia da Ciência com e entre cientistas. O curso certamente não segue o modelo unilateral conteudista em que o conhecimento é repassado dos professores para a classe. Um curso de mestrado e doutorado – principalmente de Filosofia – envolve longas e complexas sessões de análise e debate de questões difíceis. Teses são apresentadas, discutidas, debatidas, diversos entendimentos são contrapostos. Não se trata de uma experiência fria e protocolar.

O curso abrange desde temas clássicos da Filosofia da Ciência, como os problemas do método científico, da demarcação entre ciência e não ciência, da presença da dedução e da indução na formação dos sistemas de enunciados que compõem as teorias científicas, a relação entre teoria e observação e a natureza da experimentação, até questões mais afeitas à nova Filosofia da Ciência e aos *Science Studies*, como o *ethos* científico, a relação (e possível superação) entre fatores internos e externos nos modos de produção do conhecimento, o caráter histórico, cultural, sociológico e institucional da pesquisa científica, os valores, ideologias, crenças e interesses dos praticantes de ciências, a relação entre ciência, tecnologia e sociedade etc.

Uma das questões trabalhadas é aquela central a esse dossiê, o problema do “valor da ciência”. Em nossas aulas enfrentamos o tema, sobretudo, tal como pensado pela geração dos chamados físicos filósofos, aqueles cientistas como Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger e outros, que são considerados fundadores da física relativística e da mecânica quântica. Evidentemente, também trazemos filósofos da ciência

16 Além do curso de Filosofia da Ciência a parceria entre ECTS e Biofísica tem gerado eventos presenciais e remotos. Podemos destacar o ciclo de lives “Pluralidades”, veiculado em 2020 pelo Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ. As lives estão disponíveis no canal de youtube do Fórum: << [<< https://youtu.be/YikU4JfLD3M?list=PLAWE7l3amvW7NCwC2n8cXzDAVBX2mBauQ >>](https://youtu.be/YikU4JfLD3M?list=PLAWE7l3amvW7NCwC2n8cXzDAVBX2mBauQ)

contemporâneos para o debate, como é o caso do finlandês Ilka Niiniluoto, e cientistas brasileiros, como o físico José Leite Lopes e o geneticista Newton Freire-Maia.

Qual é o valor da ciência? A ciência tem como objetivo a busca da verdade, a tentativa de compreensão da realidade, a participação na elaboração de uma resposta para a questão do sentido, ou sua finalidade está no controle dos fenômenos naturais, no desenvolvimento da técnica, na produção de utilidades práticas e, por consequência, no incremento da base material das sociedades? A quem servem as ciências? Em suma, o valor da ciência é filosófico, existencial, cultural, ou é utilitário, instrumental e prático? Tais valores são inconciliáveis? Há alguma hierarquia entre ambos? Longe de gerar uma discussão anacrônica e esotérica, tal aula tem dado espaço a um debate acalorado, muito pessoal e sensível, em que nossos alunos demonstram inúmeras preocupações com os rumos de suas carreiras, o dia a dia das instituições científicas, as políticas públicas de investimento em pesquisa, a confiança pública na ciência, etc.

Temos verificado, anualmente, que entre nosso público, a questão do valor da ciência é não somente atual, mas de certo modo “visceral”, uma questão que realmente faz parte, de modo concreto e intenso, do *hall* de preocupações e interesses dos pesquisadores que frequentam o curso. Seus relatos indicam que na percepção desse público há uma crise de valores e interesses no mundo da pesquisa científica. A preocupação com o crescimento “exponencial” de uma concepção utilitária e instrumental de ciência tem sido relatada de modo massivo por todas as turmas. De nossa parte podemos afirmar categoricamente, amparados por uma quantidade expressiva de relatos, que os jovens pesquisadores entendem que a ciência “deveria” ter um valor filosófico e existencial mais elevado, que foi em nome de tal valor que (em sua maioria) optaram por uma carreira científica, e que tal valor tem sido constantemente ameaçado pelos interesses utilitários de uma sociedade capitalista que deseja instrumentalizar a ciência em seus projetos de lucro e poder¹⁷.

Esse diagnóstico filosófico sobre o problema do valor da ciência em nossos dias pode ser elaborado a partir de uma pesquisa exclusivamente bibliográfica. De fato, tal entendimento tem se formado e expandido nas últimas décadas, e já estava presente entre aqueles físicos filósofos anteriormente mencionados. No entanto, o diagnóstico além de possuir tal fundamento bibliográfico, tem sido feito coletivamente, ouvindo, debatendo, dialogando, lendo textos com pesquisadores em nosso “laboratório” de Filosofia da Ciência na Biofísica da UFRJ. Ao longo de dez anos a colaboração entre o ECTS e a Biofísica tem produzido um clima de enriquecimento mútuo, marcado pelo pluralismo epistemológico e pela colaboração multidisciplinar e tem levado cientistas e filósofos a uma compreensão mais arrojada acerca dos problemas filosóficos que permeiam as práticas científicas em diversos níveis.

O terceiro ponto que demonstra o quanto esse pluralismo que nos leva a fazer Filosofia da Ciência com e entre cientistas faz parte de nossa identidade é o local onde nos reunimos. Como dito anteriormente, isso poderia ser compreendido como uma trivialidade, uma casualidade ou algo menor, mas, antes, tem muito a falar sobre nossa atitude enquanto grupo. Algumas reuniões ocorrem na UERJ, nossa instituição de origem, outras podem ser domiciliares, mas a grande maioria dos encontros ocorre no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, o CBPF. Um grupo que, dentre outras áreas, se dedica aos *Science Studies*, não poderia ignorar a importância do local na formação de sua identidade “institucional”, cultural e intelectual.

O fato do grupo, que congrega pesquisadores de diversas áreas e se dedica à filosofia e história das ciências, estudos de ciências e áreas afins, reunir-se em uma instituição como o CBPF deve ser considerado significativo, pois o CBPF não é somente um CEP, um endereço, um espaço físico, é, antes de tudo, um símbolo da ciência nacional, de um determinado projeto de ciência, de uma determinada concepção de ciência e de seu papel na sociedade, que se consolidou a partir dos esforços de sucessivas gerações de cientistas, como César Lattes, José Leite Lopes, Alfredo Marques e outros. O CBPF representa um “ideal de ciência”¹⁸ e

17 Para uma análise quantitativa (pontual) das concepções de ciência dos pesquisadores de pós-graduação do Instituto de Biofísica da UFRJ ver: SILVA, V. C. da. Análise epistemológica das concepções de relação entre ciência e religião de pós-graduandos do Instituto de Biofísica da UFRJ. Em *Construção: arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciência*. n. 4, p. 173 – 186, 2018.

18 Sobre a origem do CBPF e seu ideal de ciência ver SILVA, V. C. Um ideal de ciência: José Leite Lopes e a história da física no Brasil (impresso). *CIÊNCIA E SOCIEDADE*, v.6, p.35 - 47, 2019.

de sociedade. Frequentar e reunir-se no CBPF possui o valor simbólico de vivificar essa história, circulando pelos espaços que abrigam décadas de pesquisa em física e de luta no fortalecimento da pesquisa científica brasileira. Pensamos que, simbolicamente, o CBPF seja “o local” onde nos reunimos, não deve ser visto como uma coincidência, mas sim como uma “incidência” – a do pluralismo e, sobretudo, da atitude epistemológica de fazer filosofia da ciência com e entre cientistas, que nos caracterizam.

Sobre a natureza filosófica da ciência e a natureza científica da filosofia: Da questão “Qual o valor da ciência?” ao problema “Qual é o valor da Filosofia da Ciência?”

A publicação desse dossiê no ano em que celebramos o primeiro decênio do curso de Filosofia da Ciência na Biofísica da UFRJ cria a ocasião propícia para colocarmos a questão da importância da Filosofia da Ciência. Desde nossa pesquisa de doutoramento temos nos dedicado a analisar pontualmente o problema do valor da ciência, sobretudo as respostas que físicos filósofos deram à questão. Consideramos que outra pergunta, correlata, deve agora ser feita. Qual é o valor da Filosofia da Ciência?

Não estamos aqui nos perguntando qual é a importância da Filosofia para a Ciência. Em trabalhos como *Teoria quântica, física nuclear e filosofia grega: ensaio sobre os físicos filósofos do século XX*¹⁹ (2017), *É possível fazer Física sem filosofar?*²⁰ (2020) e *Filosofia Natural, Física Teórica e Metafísica: Da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos* (2021)²¹ temos buscado dar uma resposta clara a tal questão: Sucessivas gerações de filósofos naturais, cientistas em geral, e físicos em particular, tem sido claras ao enfatizar que o recurso à filosofia, explícito e deliberado, ou implícito e naturalizado, é parte integrante do trabalho científico concreto.

A Filosofia, em geral, é importante para a pesquisa científica talvez pela mesma razão que é importante para quase todas as demais áreas da cultura e do conhecimento, em sentido amplo, e para a vida pessoal e o convívio social. Ela é importante, em uma perspectiva mais aberta, por que nos insufla uma atitude crítica e investigativa, antidogmática, exigindo-nos o abandono de velhos preconceitos e a elaboração de melhores explicações, mais claras, consistentes e razoáveis, para as muitas dúvidas que nos assolam enquanto espécie. Desta forma, a Filosofia promove a fruição de nossa curiosidade intelectual, característica marcante de nossa condição existencial.

Ao potencializar o pensamento crítico e abstrato, nos torna questionadores ávidos e criativos, capazes de pensar em questões de fundamentos sobre a própria natureza da realidade, do conhecimento e de nossa experiência no mundo. Demanda que os problemas sejam formulados com clareza, que sejam complexos, mas não desnecessariamente complicados. Ao nos impelir a elaborar respostas racionais para os problemas formulados, desenvolve nossa capacidade de criação conceitual, concatenação de ideias, formulação de hipóteses. Tais “habilidades” certamente são indispensáveis na criação de quaisquer sistemas teóricos. Em sentido cultural a filosofia participa da criação de cosmovisões, “visões de mundo”, nos dando um sentido de pertencimento a uma comunidade material e imaterial, isto é, a um mundo material, social, e a um universo simbólico.

Em sentido epistemológico e lógico o exercício do pensamento filosófico nos permite iluminar e explicitar pressupostos, elaborar princípios e postulados, definir conceitos, verificar a consistência lógica de sistemas teóricos, criar sistemas axiomáticos de enunciados ou axiomatizar sistemas de proposições intuitivas ou não, visualizáveis ou não. Nos permite pensar em modelos – pictóricos ou não – que sirvam de representações, idealizações, metáforas e ou analogias do real. Nos capacita na elaboração e verificação da consistência lógico-semântica de sistemas de enunciados dedutivos e indutivos. Todas essas competências

19 SILVA, V. C. *Teoria Quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega*. **GRIOT**, v. 15, p. 233-250, 2017.

20 SILVA, V. C. *É possível fazer física sem filosofar?*. **Perspectivas**, v. 5, p. 54-66, 2020.

21 SILVA, V. C. *Filosofia Natural, Física Teórica e Metafísica: Da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos*. **Perspectivas**, v. 6, p. 274, 2021.

gerais, que podem ser úteis nas mais variadas atividades humanas, como na Economia e no Direito, na Política e na Teologia, são particularmente valiosas para as ciências, com destaque, nessa oportunidade, para as ciências naturais.

Duas características muito específicas do “estilo de pensamento” da Filosofia que sempre impactaram a ciência é o que chamaremos de (a) “propedêutica intelectual” e (b) “heurística sintética”. Quanto a (a), o pensamento filosófico é teórico e abstrato em seu nascedouro, assumindo como pressuposto que o que é fundamental não é a experiência sensível aparente, mas causas, “essências”, entidades e regularidades intelectivas. Compreender o real é conhecer a ordem oculta que precede a aparência manifesta. Quanto a (b) a atitude filosófica básica, que segundo Einstein e Infeld²² (2008) caracterizam o pensamento científico, é a busca constante por encontrar unidade, simplicidade, ordem, regularidade e estabilidade por detrás do que aparentemente é fragmentado, variado, desordenado, irregular, fortuito e passageiro. Desde os gregos antigos os *physikós* buscam reduzir a multiplicidade de fenômenos naturais a causas únicas e simples. A resultante de (a+b) tem se mostrado um ideal epistemológico presente nos mais variados capítulos da história das ideias e práticas científicas²³.

Mas a importância da Filosofia para a Ciência vai além. Em sentido ético – e também político -, a Filosofia nos impele a refletir sobre as consequências morais de nossas ideias e ações, nos convida a problematizar quais os valores fundamentais de nossas sociedades, quais as bases éticas da vida em nossas comunidades, quais interesses e objetivos deveriam guiar nossos esforços, qual é a natureza do bem público, etc. Tantas são as áreas da Filosofia, e tão variadas e complexas as suas possibilidades, que seria certamente contraproducente continuarmos, de modo exaustivo, a inventariar o valor da Filosofia para a cultura de um modo geral, e para a ciência em particular.

Dito isso, frisamos que a questão que colocamos não é assim tão ampla. Não se trata de saber qual é a importância do pensamento filosófico para a prática científica. O problema proposto é pontual: Qual a importância dessa disciplina específica, institucionalizada, denominada Filosofia da Ciência, e qual a sua importância não para o público em geral, ou para a própria Filosofia, mas para a ciência, ou de modo mais concreto, para os praticantes de ciências? Conforme alguns poucos cientistas (poucos, mas barulhentos) a filosofia é irrelevante. Não gastaremos tintas aqui enfrentando esse tipo de posição inconsistente, que conjuga doses quase iguais de candura e arrogância. Já pontuei na resenha que fiz a *O Grande Projeto*²⁴ de Hawking e Mlodinov as razões que nos levam a compreender que tais posicionamentos, por mais populares que sejam, não devem ser – e de fato não são – levados a sério. Sugerimos ao leitor que não se satisfizer com nossos argumentos, a leitura do já mencionado *A Física precisa da Filosofia e a Filosofia precisa da Física*²⁵ de Carlo Rovelli. O autor, um dos mais propalados cientistas contemporâneos, explica com paciência pedagógica e clareza didática, o quanto a Filosofia tem sido relevante para a prática real dos cientistas nas últimas décadas – assim como o fora em todos os séculos precedentes.

22 “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 a toda filosofia natural”. Ver EINSTEIN, A; INFELD, L. *A Evolução da Física*. Trad. Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 2008. p. 53

23 Acusa-se a busca por unificação, a busca por síntese, de “reducionismo”, explorando o fato de que o termo “reducionismo” ganhou forte conotação pejorativa nas últimas décadas, como se o reducionista fosse, sempre, alguém ignorante das relações complexas mais vastas, alguém na contramão de uma perspectiva “holística” mais profunda, como se o reducionista fosse um hiperespecialista sem visão de conjunto, etc. Não queremos problematizar a razoabilidade de tais críticas, mas frisamos que, sem a tentativa de síntese e unificação, sem a redução da complexidade a algo mais simples, não teríamos feito ciências, tal como elas foram de fato feitas ao longo do processo histórico.

24 SILVA, V. C. *O grande projeto: novas respostas para as questões definitivas da vida*. ARGUMENTOS: Revista de Filosofia (impresso), v. 10, p. 211-2014, 2018.

25 ROVELLI, C. *Physics Needs Philosophy / Philosophy Needs Physics*. *Scientific American*. July 18, 2018. Disponível em <<https://blogs.scientificamerican.com/observations/physics-needs-philosophy-philosophy-needs-physics/>>. Acesso em 08 de Julho de 2020.

Nesse texto, e quem chegou até aqui já o sabe, defendemos que enquanto ramo institucionalizado da Filosofia, um campo de pesquisa que produz uma literatura específica que circula por meio de livros, artigos, seminários, congressos e demais veículos de comunicação acadêmica, de fato a Filosofia da Ciência pode ser tanto irrelevante, inexpressiva e mesmo *non sense*, quanto indispensável e enriquecedora – isto, evidentemente, e mais uma vez, tendo os praticantes de ciências como “sistema referencial”. Ora, nosso argumento tem sido justamente o de que tanto uma Filosofia da Ciência hermeticamente fechada, insular, tecnicista, logicista, “internalista”, quanto uma Filosofia da Ciência esgarçadamente aberta, relativista e “externalista”, tendem a ser desinteressantes, irrelevantes e até mesmo incompreensíveis para os cientistas naturais.

A lição é que a “anemia teórica” torna a Filosofia da Ciência esquelética, seja anemia historiográfica, sociológica, e antropológica, seja anemia epistemológica, lógico-semântica e metodológica. A rigidez extrema, a “fibrose”, de uma epistemologia excessivamente “dura” a ponto de tornar-se impermeável é uma patologia filosófica tão nociva quanto a flacidez e a inconsistência de uma epistemologia excessivamente “mole” a ponto de tornar-se difusa e dessubstancializada. A bem da verdade, claro está que não devemos ser joguetes de uma dicotomia pobre entre “internalismo” e “externalismo”, e sim, buscarmos superar essas abordagens incompletas por meio de uma perspectiva pluralista e complexa, que leve em conta toda a diversidade de dimensões que compõem a ciência tal qual se faz.

Se defendêssemos isso e buscássemos praticar o contrário, seria caso para um exame mais minucioso de nossa saúde geral. Sendo assim, não deve ser nenhuma surpresa que esse tipo de abordagem plural e complexa tem sido almejado por nós em nosso dia a dia de trabalho nos locais de pesquisa e ensino onde atuamos. Os casos concretos aqui mencionados, o da Filosofia da Ciência do IBFCCF-UFRJ e o da Filosofia da Física do IF-UERJ, são exemplares dessa atitude. O valor da Filosofia da Ciência para a formação científica de jovens pesquisadores e para o trabalho mais avançado de pesquisadores mais experientes, é relevante e profícuo. Pela experiência obtida, o contato com a literatura especializada em FC tem gerado discussões, debates e até mesmo trabalhos efetivos em torno de questões epistemológicas e éticas. Isso realmente impacta a compreensão que o pesquisador possui de sua própria atividade profissional, o leva a pensar ou repensar qual é a sua concepção de ciência (e como ela responde a questão do valor da ciência), o coloca a par de debates e linhas de pesquisa pontuais acerca de questões que até então pareciam “pacificadas”, desperta o interesse para a análise conceitual, a explicitação de pressupostos, a reflexão sobre práticas e o conhecimento dos impactos do clima cultural, do ambiente social e da conformação institucional sobre o mundo da pesquisa.

Os temas que mais geram discussão, a partir da leitura da literatura filosófica, tem sido a natureza do método científico (O método? Métodos? Ou nenhum método?), os limites e as possibilidades do conhecimento científico, as relações entre teorias, modelos, e a realidade física, a necessidade da pesquisa criteriosa nas áreas de fundamentos (da física, biologia, etc), unidade inteligível, ou ao menor número de elementos constituintes. As dinâmicas, os relatos, e a produção textual dos participantes tem nos permitido concluir que eles não somente entendem a relevância da pesquisa filosófica para o trabalho científico, como vão além, passando a considerar, em algum nível, que em sua carreira científica deverão recorrer de modo consciente e consistente à filosofia.

No que diz respeito às ciências naturais, pensamos que conhecimentos em FC, ou de modo mais geral, em História e Filosofia da Ciência (HFC) tende a potencializar todos aqueles benefícios listados acima, que a Filosofia nos oferece. Isso porque, por razões óbvias, a FC é voltada para a discussão da ciência e de suas questões básicas, indo, por assim dizer, “direto aos pontos” que mais interessam aos cientistas. Uma expertise em Filosofia da Ciência pode exercer, grosso modo, dois impactos muito positivos na formação científica e no trabalho do pesquisador, um “destrutivo” e outro “construtivo”. Poderíamos listar, esquematicamente, diversas vantagens e benefícios bem delimitados que a FC traz à pesquisa científica, mas não é nossa intenção alcançar esse grau didático de minúcia. Assim sendo, fiquemos com nossos apontamentos.

Quanto ao impacto “destrutivo”, a FC pode ser de grande importância na desconstrução de compreensões simplórias, distorcidas ou mesmo ingênuas sobre a natureza da ciência, do conhecimento por ela produzido,

e da realidade física por ela investigada. Por conta de preconceitos arraigados, má formação filosófica e outros fatores, o cientista pode, por exemplo, assumir uma noção inconsistente de método científico, pode não ter clareza quanto aos conceitos fundamentais de sua área, desconhecer os problemas dos fundamentos e das interpretações, pode naturalizar pressupostos, princípios e conceitos, pode assumir um realismo ingênuo adotando uma ontologia frágil. Digamos que tudo isso forme um tipo de “senso comum, em sentido pejorativo, compondo uma imagem bastante *naïf* de ciência. Uma boa formação filosófica, em sentido geral, e em FC em particular, permite ao cientista desconstruir tal imagem, “construindo” ou elaborando, em seu lugar, uma imagem mais crítica, complexa, plural, e, enfim, arrojada.

Em sentido construtivo o conhecimento em FC pode ser muito importante, até mesmo fundamental, em, por exemplo, três fases ou tipos de atividades. No trabalho mais básico (elaboração, revisão, ressignificação) nas áreas de fundamentos, (p.ex., em fundamentos de mecânica quântica), na elaboração, crítica, revisão e interpretação das teorias e modelos (p.ex., o modelo padrão em física de partículas, ou retrocedendo um tempo considerável, os muitos modelos atômicos presentes na química moderna e na física teórica), que tendem a ser cada vez menos sensíveis e visualizáveis (ou pictóricos), portanto cada vez menos intuitivos e mais abstratos, e na elaboração e “desenvolvimento” das interpretações de teorias (e também dos experimentos que testam suas previsões), como por exemplo, as dezenas de interpretações do formalismo da mecânica quântica.

Todas essas fases levantam questões ontológicas e epistemológicas, suscitam debates filosóficos, como por exemplo, lógico-semânticos acerca do significado e do conteúdo físico dos conceitos básicos, demandam rigor e clareza no estabelecimento e explicitação dos pressupostos, postulados, princípios e axiomas, exigem a construção de sistemas de enunciados (teorias, modelos) logicamente consistentes etc.

A FC²⁶ será igualmente importante na análise dos valores que devem guiar a pesquisa científica em face de determinados interesses, na atuação dos cientistas na elaboração de políticas públicas de pesquisa, ensino e extensão, na inserção e participação ativa dos cientistas na sociedade, na compreensão de como o momento histórico e o clima cultural podem afetar não só a divisão social do trabalho científico, o desenho institucional do mundo da pesquisa, o dia a dia das universidades e institutos científicos, mas também as discussões, os debates, as percepções e os entendimentos da comunidade científica em torno de questões de conteúdo, isto é, teóricas e conceituais – como a Tese de Forman muito bem nos instrui com um caso concreto, o de como a “predisposição” cultural, durante a República de Weimar, a abandonar o compromisso epistemológico rígido com o princípio de causalidade contribuiu para o crescimento de uma perspectiva indeterminista dentre os físicos que trabalhavam na teoria quântica²⁷.

Temos, portanto, essas duas “potencialidades” do recurso à FC no trabalho científico – o aspecto “desconstrutivo”, necessário tanto na desconstrução de concepções ingênuas ou distorcidas de ciência quanto no abandono e/ou superação de teorias e concepções tradicionais que há muito se impõem por força de autoridade, e o aspecto “construtivo”, presente na elaboração, compreensão e revisão de fundamentos, teorias, modelos, conceitos, interpretações, além, é claro, do último, mas não menos importante, aspecto mencionado, que envolve a compreensão das dimensões cultural, social, política e institucional da ciência.

Algum interlocutor hipotético cujo trabalho consistisse em se contrapor a tudo o que aqui defendemos poderia dizer que, no fim das contas, embora intelectualmente uma posição “pareça” ser mais sofisticada do que a outra, embora o físico com boa formação filosófica seja mais erudito, culto, “rebuscado” e possivelmente “interessante” do que aquele aqui grosseiramente chamado de “ingênuo”, ainda assim, em termos “operacionais” não há nenhuma diferença substancial entre ambos, pois, afinal, a formação e a atitude filosófica não

26 Poderíamos sempre dizer HFC, mas nos escusamos, pois deve ficar claro ao leitor que nossa concepção de “abordagem plural e complexa” em FC assume, como pressuposto, que a Filosofia da Ciência deve necessariamente se desenvolver interagindo com e se beneficiando de outras áreas que tem a(s) ciência(s) por objeto, como a História da Ciência, a Sociologia da Ciência e os variados tipos de *Science Studies*.

27 FORMAN, P. Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918-1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment. **Historical Studies in the Physical Sciences**. Vol. 3 (1971), pp. 1-115.

desempenham nenhum papel concreto, direto e realmente relevante naquilo que de fato interessa a um cientista, que é o conteúdo mesmo do seu trabalho, seja teórico, seja experimental. Diríamos ao nosso interlocutor que seu argumento, conquanto pareça possuir certo apelo, carece de amparo, de base, e que um exame histórico responsável nos mostrará que a grande maioria dos cientistas sempre teve uma boa formação filosófica e que é impossível dissociar o agente da ação, o pensador do pensamento, o cientista do conhecimento científico, de modo que não passa de uma artificialidade sem sentido tentar desvincular as crenças e ideias filosóficas de um cientista da ciência efetiva que ele produz.

Se nos fosse pedido pelo menos um exemplo histórico de um caso em que a desconstrução filosófica realmente “limpou o terreno” e abriu caminho para o alargamento das fronteiras da física concederíamos a palavra a Einstein, quando este afirma que se não fosse a influência filosófica do pensamento de Hume provavelmente não teria alcançado os resultados científicos que obteve na teoria da relatividade²⁸. Em nosso entendimento, não foi o conteúdo propriamente dito do empirismo de Hume que influenciou Einstein, segundo ele, de modo central e decisivo, na solução do problema da relatividade especial, mas a atitude crítica “desconstrutiva” presente na filosofia de Hume.

Em Hume encontramos uma atitude filosófica capaz de recusar qualquer enunciado de lei, princípio ou conceito que se torne, por força de dogma, uma noção inquestionável acima de qualquer problematização. Assim como Hume radicaliza a crítica ao problematizar o até então “sagrado” princípio de causalidade, Einstein dá um passo igualmente “radical”, isto é, não só extremo, mas que vai à raiz do problema. Einstein teve a coragem de dessacralizar a natureza absoluta do tempo e do espaço após quase três séculos de império newtoniano. Einstein não poderia resolver o “paradoxo” da “incompatibilidade entre a lei da constância da velocidade da luz e o princípio da relatividade” caso não deixasse de considerar tempo e espaço como absolutos.

Einstein realiza com tempo e espaço, em um sentido geral, o que Hume fizera com a causalidade, “quebrando o sigilo” e talvez o decoro, deslocando o problema do altar para o parlatório²⁹. Na impossibilidade de fazer isso dentro dos marcos constitucionais, por se tratar de “cláusulas pétreas”, propôs uma nova constituição para o tecido básico do mundo, em que no lugar de tempo e espaços absolutos, figurava o espaço-tempo relativístico. A vanguarda, a grande criação científica, avançava por um flanco aberto pela ousadia filosófica. Einstein soube reconhecer que, para tanto, a influência da filosofia de Hume fora fundamental.

Mais de um século depois o passo dado por Einstein pode nos parecer trivial ou “natural”, quase como uma consequência lógica do desenvolvimento da teoria física, mas seria um erro grosseiro não pontuar que, naquele momento, no primeiro quarto do século XX, recusar as definições de tempo e espaço dadas por Newton em seu *Principia* era promover uma brutal desconstrução de dois pilares básicos da mecânica. Tal recusa constitui um dos capítulos mais dramáticos da História da Ciência – uma das maiores rupturas teóricas no nível dos fundamentos da física. Um dos trabalhos científicos mais importantes da ciência moderna foi,

28 “Seu argumento de que o positivismo sugere a teoria da relatividade está correto. Você também reconheceu acertadamente que esta corrente exerceu uma **grande influência em meu trabalho, especificamente Mach e, ainda mais, Hume**, cuja obra eu estudei com grande admiração um pouco antes de descobrir a relatividade especial. **Possivelmente, eu não teria chegado à solução do problema sem esses estudos filosóficos**” (Grifo nosso) (Einstein, 2005, p. 17). E ainda: “Hoje, todos sabem que qualquer tentativa de resolver satisfatoriamente este paradoxo (incompatibilidade entre a lei da constância da velocidade da luz e o princípio da relatividade) está condenada a falhar enquanto a crença no caráter absoluto do tempo, ou da simultaneidade, estiver arraigada em nosso subconsciente. [...] **O raciocínio crítico necessário para a descoberta deste ponto central foi decisivamente proporcionado, em meu caso, pela leitura das obras filosóficas de David Hume e Ernst Mach**” (Grifo nosso) (Einstein, 1949, p.51, apud Norton, 2004, p. 2).

29 A história da relatividade é complexa e cheia de personagens, como Galileu, Leibniz e Newton dentre os filósofos naturais, e Poincaré, Lorentz, Hilbert, Besso, e bem possivelmente Mileva Marić, dentre os personagens mais recentes, omitindo aqui inúmeros nomes. Não queremos, portanto, reforçar a ideia de que Einstein concebera, sozinho e por genialidade, as teorias da relatividade especial e geral. Esse tipo de apontamento é até mesmo desnecessário quando assumimos como pressuposto que o conhecimento científico é resultante de práticas sociais, e sobretudo a partir do século XIX em áreas como a física teórica, práticas sociais institucionais, com fortes interações e colaborações entre pares.

nas palavras do próprio autor, diretamente impactado por “leituras filosóficas”³⁰ (Einstein, 2004).³¹

Concluimos essa seção ressaltando o quanto o conhecimento filosófico em geral, e a formação em Filosofia da Ciência em particular, são muito importantes na pesquisa científica. O valor da Filosofia da Ciência é, pois, inegável e intangível para aqueles que desejam exercer, ou já exercem, uma carreira científica. Lembramos que esse diagnóstico não reflete, apenas, o entendimento isolado desse autor. Primeiro, por que tal entendimento foi sendo coletivamente formado ao longo de anos fazendo Filosofia da Ciência com e entre cientistas, segundo, por que está conforme às posições defendidas por inúmeros cientistas de todas as épocas, como os físicos filósofos fundadores da mecânica quântica e da relatividade e cientistas contemporâneos de diferentes matizes.

À guisa de conclusão: Epistemólogos (in)escrupulosos e metafísicos (in)domesticados

Cientistas são filósofos cujo objeto de investigação é a natureza, a realidade física, ou em sentido mais fundamental, a natureza da realidade: epistemólogos in-escrupulosos e metafísicos in-domesticados. Ao menos podemos dizer que esse entendimento é bastante próximo daquele expresso por Einstein. Como vimos, para o físico filósofo, cientistas são epistemólogos inescrupulosos porque, se por um lado, não podem abdicar da epistemologia para fazer ciência, por outro lado, devem assumir um pluralismo epistemológico bastante “abrangente” e flexível, sem consolidar dogmaticamente uma posição epistemológica que exclua suas alternativas de modo definitivo³². Talvez seja correto considerar que os filósofos, enquanto epistemólogos “profissionais”, tendem a ser mais rigorosos ou “escrupulosos” do que os cientistas.

Ainda de acordo com Einstein, se em epistemologia os filósofos são mais conservadores do que os físicos, tal atitude se inverte no caso da metafísica³³. Os cientistas são metafísicos domesticados, por que as teorias científicas (mais simples, ele frisa) buscam representar a realidade (Einstein, 2010)³⁴. Ou seja, cientistas fazem

30 Há quem busque minimizar a importância das crenças, atitudes e ideias filosóficas de Einstein no desenvolvimento de sua ciência, tal como se ele soubesse pouco de si mesmo, de suas reais intenções e motivações, ou fosse exagerado e demasiado “caloroso” ao supervalorizar o papel da filosofia, ou mesmo tolo, como se devêssemos explicar e desvelar Einstein para o próprio Einstein e para o mundo. Assim, em um exercício incrível de diagnóstico, poderíamos menosprezar Einstein quando ele afirma que sem Hume provavelmente não chegaria aos resultados na relatividade, desvendando a charada de que o que realmente foi decisivo no caso em questão foi um conjunto de aspectos extra-filosóficos, como, por exemplo, o seu contato diário com instrumentos, maquinários, artefatos e equipamentos em geral durante seus anos no Escritório de Patentes de Berna. Mais plural e complexo, no entanto, seria não defender (a) ou (b) [Sendo ((a) = aspectos filosóficos) e ((b) = influência do mundo das máquinas e instrumentos, especialmente relógios, em Berna, e sobretudo no Escritório de Patentes)], mas analisar como (a, b, c, d,..., n) podem ter desempenhado, cada qual, um papel importante demais para ser ignorado, no desenvolvimento do pensamento científico, e portanto, do trabalho científico de Einstein. Devemos considerar a importância desses múltiplos fatores que influenciaram um cientista ou uma comunidade no desenvolvimento do seu trabalho, o que não devemos fazer, a título de uma intransigência injustificável, é minimizar a importância de um determinado fator quando o próprio autor está fazendo justamente o contrário. Ou Einstein era néscio, tolo, intelectualmente desonesto, ou de fato a leitura dos textos filosóficos de Hume (e de Mach) foi fundamental no desenvolvimento concreto da teoria da relatividade.

31 Sobre o debate acerca das influências filosóficas, sociais, institucionais etc., de Einstein ver SILVA, V. C. Disputas epistemológicas e políticas entre imagens de Einstein: diferentes respostas acerca do valor da ciência e da universidade. **Em Construção**, v. 1, p. 241-256, 2017.

32 Nas palavras de Einstein “Ele [o cientista] deve parecer ao epistemólogo sistemático como um tipo de oportunista sem escrúpulos: revela-se realista, na medida em que tenta descrever um mundo independente dos atos de percepção, idealista, na medida em que vê os conceitos e teorias como invenções livres do espírito humano (não deriváveis logicamente do que é dado empiricamente); positivista, na medida em que considera seus conceitos e teorias justificados somente enquanto proporcionam uma representação lógica das relações entre experiências sensoriais. Pode mesmo parecer platônico ou pitagórico, na medida em que considera o ponto de vista da simplicidade lógica como uma ferramenta indispensável e efetiva de investigação” (EINSTEIN, apud PAIS. 1995, 13).

33 Para a compreensão de Einstein acerca da relação entre ciência e metafísica sugerimos SILVA, V. C. Filosofia Natural, Física Teórica e Metafísica: Da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos. **Perspectivas** (UFT), v. 6, p. 274, 2021.

34 “Acredito que todo teórico verdadeiro é uma espécie de metafísico domesticado, não importa o quanto puro ele se ache

metafísica por que as teorias científicas constituem tentativas de responder questões ontológicas, questões acerca da natureza do mundo, da existência de entidades e dos níveis mais fundamentais da realidade física. A “domesticação” nesse caso significa ser guiado por uma espécie de lei áurea: Toda realidade física é logicamente simples, mas nem toda relação logicamente simples é fisicamente real.

Para Einstein essa é a grande diferença entre os físicos, metafísicos domesticados, e os filósofos, metafísicos in-domesticados: Esses últimos não possuem compromisso algum com a base empírica ou a realidade física. Seus mundos podem ser mundos lógicos, puramente ideais, abstratos e, além disso, esses metafísicos vorazes podem inverter a lei áurea e ao invés de tomar o real pelo simples, podem tomar o “simples” (ou o “belo”, o “simétrico” etc.) pelo real. Pensamos aqui em dois físicos chamados, ambos, de Paul Maurice Dirac. Digamos que o primeiro nos fale que “beleza é verdade”, se uma equação é bela, então deve ser verdadeira e o segundo nos diga que “verdade é beleza”, se uma equação é verdadeira, então tende a ser bela. O primeiro, que toma a beleza pelo real, seria um metafísico voraz, não domesticado (pela atitude científica moderna!?) ao passo que o segundo, que toma a realidade como bela seria um metafísico domesticado.

Ora, tais imagens são interessantes, e até mesmo divertidas. Possuem seus limites, mas também, certamente, nos oferecem uma preciosa (e prazerosa) maneira de encarar as relações e peculiaridades dessas atividades inevitáveis entre si: filosofia e ciência. Temos professado uma fé persistente na ideia de que filósofos devem fazer filosofia com e entre cientistas e cientistas devem fazer ciência com e entre filósofos. Isso nos diz muito sobre o valor filosófico da ciência e sobre o valor científico da filosofia. Qual é o valor da filosofia da ciência? A interação entre epistemólogos in-escrupulosos e metafísicos in-domesticados, promovida por iniciativas como o curso de Filosofia da Ciência na Biofísica da UFRJ, o curso de Filosofia da Física e o Masterclass no IF-UERJ, nos diz que, qualquer que seja a resposta, ela depõe muito favoravelmente a uma concepção complexa, multidisciplinar e plural de investigação filosófica.

Agradecimentos

Agradeço à professora Marcia Begalli, do *Masterclass Hands on Particles Physics* (IF-UERJ) por longos anos de intensa colaboração. Ao professor Sandro Fonseca, do curso de Filosofia da Física da licenciatura em Física do IF-UERJ, com quem organizo tal disciplina na companhia de Begalli e Antonio Augusto Passos Videira. Agradeço à professora Cristina Machado Motta e a todos os colegas de ECTS, pela enriquecedora experiência na Pós-Graduação da Biofísica da UFRJ. Atuar nesse curso tem sido muito importante em minha formação intelectual. Agradeço a todos os colegas de Physikós (FACH-UFMS), ECTS (IFCH-UERJ), LLC (UFT) e TeHCo (IF-USP) pelas inúmeras oportunidades de debate, diálogo e aprendizagem interdisciplinar.

Referências

- ARISTÓTELES. *Metafísica*. Trad. Edson Bini. São Paulo: Edipro, 2012.
- ARISTÓTELES. *Metafísica*. Trad. Marcelo Perine [Trad. Para o Italiano de Giovanni Reale]. São Paulo: Edições Loyola, 2012.
- BUNGE, M. *Física e Filosofia. Filosofia da física*. São Paulo: Perspectiva, 2002.
- EINSTEIN, A. *Como eu vejo o mundo*. Trad. H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.
- EINSTEIN, A. Carta enviada a Moritz Schilick publicada em **Physics Today** v. 58(12), p. 17, 2005.
- EINSTEIN, A. Física e realidade. **Rev. Bras. Ensino Física**, v. 28, n. 1, 2006, p.9-22.

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). Ver: EINSTEIN, A. Sobre a teoria geral da gravitação: in Prêmios Nobel na Scientific American. São Paulo: Duetto, 2010.

- 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. São Paulo: Duetto, 2010.
- EINSTEIN, A; INFELD, L. A Evolução da Física. Trad. Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 2008. p. 53
- GALISON, P. Culturas etéreas e culturas materiais. In: A ciência tal qual se faz. Coord. Fernando Gil. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 1999.
- GIL, F. (Org.). *A ciência tal qual se faz*. Tradução de Paulo Tunhas. Lisboa: Ed. João Sá da Costa, 1999
- GUSTAVO, H. M.; RICARDO, A. S. K.; A suposta mudança epistemológica de Albert Einstein. Disponível em :< http://www.hu.usp.br/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/artigo_Gustavo_Henrique_SUPOSTA_MUDANcA_EPISTEMOLOGICA_DE_EINSTEIN.pdf>
- HEISENBERG, W. Nuclear Physics. London: Methuen & CO. LTD., 1953.
- 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: Ed. UNB, 1995.
- MENDONÇA, A. L. O. Por uma nova abordagem da interface ciência/sociedade: a tarefa da filosofia da ciência no contexto dos science studies. 2008. 198 f. Tese (Doutorado em Filosofia da Ciência) - Programa de Pós-Graduação em Filosofia, UERJ, Rio de Janeiro.
- NORTON, J. D. How Hume and Mach Helped Einstein Find Special Relativity; **Rev. Aug.** 19, Sep 15, Sep. 29, Oct. 4, 2004.
- PLANCK, M. Autobiografia científica e outros ensaios. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.
- PAIS, A. Einstein viveu aqui. Tradução C. Alfaro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997
- PAIS, A. Sutil é o senhor. Tradução C. Alfaro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- PETER, F. E. Greek philosophical terms: A Historical Lexicon. New York: New York University Press, 1967.
- POPPER, K. O mundo de Parmênides. Trad. Roberto Leão Ferreira. São Paulo: Ed. Unesp, 2014.
- ROVELLI, C. Physics Needs Philosophy / Philosophy Needs Physics. **Scientific American**. July 18, 2018. Disponível em <<https://blogs.scientificamerican.com/observations/physics-needs-philosophy-philosophy-needs-physics/>>. Acesso em 08 de Julho de 2020.
- SCHRÖDINGER, E. A Natureza e os Gregos seguido de Ciência e Humanismo. Lisboa: Edições 70, 1996.
- SILVA, V. C. da. Análise epistemológica das concepções de relação entre ciência e religião de pós-graduandos do Instituto de Biofísica da UFRJ. Em Construção: arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciência. n. 4, p. 173 – 186, 2018.
- SILVA, V. C. Disputas epistemológicas e políticas entre imagens de Einstein: diferentes respostas acerca do valor da ciência e da universidade. **Em Construção**, v. 1, p. 241-256, 2017.
- SILVA, V. C. É possível fazer física sem filosofar?. **Perspectivas**, v. 5, p. 54-66, 2020.
- SILVA, V. C. Filosofia Natural, Física Teórica e Metafísica: Da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos. **Perspectivas**, v. 6, p. 274, 2021.
- SILVA, V. C. O grande projeto: novas respostas para as questões definitivas da vida. **ARGUMENTOS: Revista de Filosofia** (impresso), v. 10, p. 211-2014, 2018.
- SILVA, V. C. Teoria Quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega. **GRIOT**, v. 15, p. 233-250, 2017.
- SILVA, V. C.** Um ideal de ciência: José Leite Lopes e a história da física no Brasil (impresso). **CIÊNCIA E SOCIEDADE**, v.6, p.35 - 47, 2019.
- SILVA, V. C.; BEGALLI, M. Masterclass Hands on CERN. **CROLAR - Critical Reviews on Latin American Research**, v. 5, p. 84-87, 2016.
- SILVA, V. C.**; BEGALLI, MARCIA; MACCOY, C. S. O. Laboratórios de tecnologia remota no Ensino de Física e educação em ciências: o caso do Hands on Particle Physics e do Museum Alliance da Nasa. **HUMANIDADES & INOVAÇÃO**, v.7, p.222 - 230, 2020.
- SILVA, V.C.**; VIDEIRA, A. A. P. Como as ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. **Ca-**

dero Brasileiro de Ensino de Física, v. 37, p. 1041-1073, 2020.

SILVA, V. C; BEGALLI, M. Possibilidades e alternativas para o Ensino de Física: pensando em uma educação crítica, criativa e não utilitarista. **Ciência e Sociedade**, CBPF, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2018.

VIDEIRA, A. A. P. A filosofia da ciência sob o signo dos Science Studies. **Abstracta**, v.

VIDEIRA, A. A. P. A inevitabilidade da filosofia na ciência natural do século 19 - O caso da física teórica. 1. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2013. v. 1. 213p.

VIDEIRA, A. A. P. Seria a realidade uma construção? In: CARLOS, L. (Org.). **Avanços nas Ciências Físicas: um volume em honra do professor António Luciano Leite Videira**. 1. ed. Aveira: Universidade de Aveiro, 2008. v. 1. p. 201-227.

VIDEIRA, A. A. P.; MENDONÇA, A. L. O. Instituinto os Science Studies. **Episteme**, Porto Alegre, n. 19, p. 149-158, jul./dez. 2004.