

O PRINCÍPIO DA CIÊNCIA: RELAÇÕES HISTÓRICAS E EPISTÊMICAS ENTRE FÍSICA E FILOSOFIA

Vinícius Carvalho da Silva*

Resumo: Neste breve artigo tratamos da origem da atitude científica entre os filósofos gregos antigos, conhecidos como pré-socráticos. Nossa vindicação é de que tais filósofos instauraram os pressupostos filosóficos básicos do pensamento científico. Em um primeiro momento abordaremos a relação entre física e filosofia, e em seguida, focaremos nos filósofos atomistas da Grécia Antiga.

Palavras chave: filosofia da natureza, cosmologia, atomismo.

THE PRINCIPLE OF SCIENCE: HISTORICAL AND EPISTEMICAL RELATIONS BETWEEN PHYSICS AND PHILOSOPHY

Abstract: In this brief essay we deal with the origin of the scientific attitude among ancient Greek philosophers known as pre-Socratic. Our vindication is that such philosophers have established the basic philosophical presuppositions of scientific thought. In a first moment we will approach the relation between physics and philosophy, and next, we will focus on the atomistic philosophers of Ancient Greece.

Keywords: philosophy of nature, cosmology, atomism.

Introdução

Neste trabalho defendemos que o princípio da ciência é filosófico. Isto tem um duplo sentido. Quer dizer em primeiro lugar uma obviedade histórica: o que chamamos de ciência teve origem na filosofia. Mas, além disso, significa também, que o princípio da ciência, seu fundamento epistemológico, sua base lógico-semântica, seu sistema axiológico, provém de reflexões e crenças filosóficas. O valor da ciência (sua fundamentação axiológica), enquanto busca por compreensão sistemática e racional da natureza, é o mesmo tipo de motor que animou os filósofos naturais de todos os tempos. Para físicos filósofos como Max Planck, o pioneiro da mecânica quântica, toda teoria física parte de pressupostos metafísicos, como a existência de uma realidade objetiva, ordenada e unificada por meio de leis que podem ser conhecidas e verificadas, nos

permitindo prever e controlar fenômenos:

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)¹⁵⁸.

O conjunto de tais pressupostos é o que chamamos de fundamento epistemológico da ciência. A ciência é também uma atividade filosófica na medida em que suas práticas expressam atitudes exegéticas, hermenêuticas e heurísticas. Não há ciência sem criação, interpretação e ressignificação de conceitos, sem criação, debate, revisão, modificação e análise lógica de sistemas de proposições. A ciência, na medida em que busca o conhecimento natural, demanda uma atitude filosófica. Esta, quando falta, reduz a ciência à mera técnica no escopo de uma cultura de especialistas, ou a um balcão de negócios a serviço de interesses econômicos ou políticos. Conforme o físico filósofo Erwin Schrödinger uma apreciação utilitária da ciência, que concebe o cientista não como um pensador, um intelectual, mas como um “especialista”, confunde a ciência com o tecnicismo:

A maioria das pessoas instruídas não se interessa pela ciência e não está consciente de que o conhecimento científico faz parte da experiência idealista da vida humana. **Muitas pessoas acreditam – na sua ignorância completa do que é realmente a ciência – que a sua tarefa prioritária é inventar nova maquinaria ou ajudar a inventá-la, de forma a melhorar as nossas condições de vida.** Essas pessoas estão preparadas para deixarem esta tarefa a cargo de especialistas, tal como deixam a reparação de canos a um canalizador [encanador]. Se pessoas com esta perspectiva vierem a tomar decisões acerca do currículo dos nossos filhos, o resultado será necessariamente aquele que acabei de descrever [especialismo, risco à civilização, rebaixamento do cientista de intelectual ao técnico massificado] [grifo nosso] (SCHRÖDINGER. 1996, p. 103)¹⁵⁹.

¹⁵⁸ PLANCK, Max. *Autobiografia científica e outros ensaios*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

¹⁵⁹ SCHRÖDINGER, E. *A Natureza e os Gregos: seguido de Ciência e humanismo*. Lisboa: Edições 70, 1996.

Para que algo seja realmente científico, deve ser, antes de tudo, filosófico. Dito de outro modo, poderíamos perguntar: “De onde vem a cientificidade da ciência?”, ao que responderíamos que sua cientificidade decorre de sua natureza filosófica. Além disso, o cientista deve assumir pressupostos metafísicos e epistemológicos, além de princípios axiológicos, isto é, valores (SILVA, 2016) ¹⁶⁰. Os cientistas também pressupõem ou problematizam conceitos, elaboram e interpretam teorias, aceitam ou negam cosmovisões. Começemos pelas relações históricas entre ambas, e após, passemos às relações epistêmicas. Veremos a origem da ciência na Grécia, em seguida trataremos da relação íntima, e não cronológica, entre física e filosofia, e por fim, abordaremos o atomismo grego antigo, como modo de promover uma síntese entre os dois sentidos de “princípio” que utilizamos aqui, o histórico e o epistemológico.

Há mais ou menos 2400 anos, no mundo grego antigo, em uma região que hoje corresponde à atual Turquia, pensadores como Tales de Mileto começaram, sistematicamente, a tentar elaborar uma cosmovisão científica. Schrödinger (1996) considerou Tales como o primeiro cientista da história por ter encarnado uma atitude investigativa movida por uma sincera e crítica curiosidade intelectual, partindo do pressuposto de que a natureza deveria possuir ordem e unidade, de modo a ser compreensível. Esses primeiros investigadores da natureza (ao menos no mundo ocidental), desejavam compreender do que todas as coisas são feitas, qual é a origem do universo, e porque as coisas são como são. Tais pensadores, chamados posteriormente de filósofos pré-socráticos, tinham o questionamento crítico e a curiosidade intelectual por atitude, a racionalidade conjectural, capaz de criar conceitos e modelos abstratos, e a observação da natureza, por método, a *physis*, a natureza, e o *cosmos*, o universo, por objeto. Por isso, foram, apropriadamente, os primeiros físicos ou cosmólogos.

As construções abstratas, ou teorias, que tais cosmólogos elaboravam não poderiam partir de um zero absoluto. Seus pressupostos eram de que a natureza, apesar de se apresentar aos sentidos como uma multidão de eventos variados e complexos,

¹⁶⁰ SILVA, V. C. *Qual o valor da ciência? Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência*. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

poderia, pela razão, ser “explicada” de forma simples e harmônica. A complexidade e a diversidade resultariam da ordem e da unidade da natureza, os fenômenos físicos, por mais diversificados e diferentes que fossem, poderiam ser organizados e deduzidos de uma única causa simples: *a arché*. Esse ideal de unificação da *physis* encontra sua expressão mais clara já com Tales de Mileto: “Tudo é um”. Pitágoras sustentou que a *arché*, o princípio organizador e constituinte da *physis*, era o número, isto é, que a natureza, em toda a sua complexidade fenomênica seria resultante de relações matemáticas abstratas e harmônicas. Já Demócrito defendeu que tudo poderia ser explicado em termos de partículas elementares de matéria, os átomos, em movimento pelo espaço vazio, se combinando e se arranjando de diversas formas.

1. Física e Filosofia: a origem grega.

Conforme Heisenberg, o atomismo grego é o fundamento filosófico, conceitual, da física nuclear. Sendo assim, conhecê-lo seria, para o físico atual, de suma importância para a compreensão do campo:

A Física Nuclear é um dos mais novos desenvolvimentos da ciência natural. Mas a concepção de estrutura atômica da matéria – de que existem partículas elementares, unidades indivisíveis, que são os blocos de construção de toda matéria – foi sugerida há 2.500 anos pelos antigos filósofos gregos. Qualquer um que desejar compreender a teoria atômica moderna deverá estudar a história do conceito de átomo (HEISENBERG, 1953, p. 5)¹⁶¹.

Heisenberg considerava que as duas fontes filosóficas do pensamento científico, cujas origens remontam à Grécia Antiga, eram o atomismo de Demócrito e Leucipo, do qual extrairemos o conceito de átomo, fundamental para a compreensão da física nuclear, e a filosofia pitagórico-platônica, que promoveu uma matematização da física e geometrização da natureza¹⁶². Para Alexandre Koyré a filosofia natural de Galileu é neoplatônica: a revolução científica é, na verdade, uma revolução metafísica em que o

¹⁶¹ HEISENBERG, W. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD., 1953.

¹⁶². Para saber mais ver: SILVA, V. C. *Teoria Quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega*. GRIOT, v. 15, p. 233-250, 2017.

aristotelismo cede lugar à física matemática de Pitágoras e Platão¹⁶³.

Erwin Schrödinger concordava com Heisenberg. A origem da física do século XX, da física nuclear, da teoria quântica, estava, de fato, na filosofia grega atomista¹⁶⁴. Mas Schrödinger levanta outra questão. Se o conceito de partícula elementar nasce com o atomismo e outros conceitos científicos serão forjados no bojo de diversas escolas filosóficas, onde, e quando, nasce a atitude científica? Ou seja, os conceitos científicos são produtos de um determinado estilo de pensamento, de um tipo de atitude perante a natureza e o conhecimento. Qual seria, então, a origem desta atitude fundamental? Schrödinger considera que a atitude criadora da atividade científica tem sua aparição entre os cosmólogos de Mileto, Tales, Anaximandro e Anaxímenes, aqueles primeiros físicos gregos:

O que é que aconteceu de tão extraordinário naquela época na história das ideias que faz com que designemos este acontecimento como o “Nascimento da Ciência” e com que falemos de Tales de Mileto como o primeiro cientista do mundo (Burnet)? A ideia grandiosa que estes homens transmitiram foi que o mundo à sua volta era algo que podia ser compreendido, se as pessoas se dessem ao trabalho de observar com atenção (...). Estes homens libertaram-se da superstição e não pactuaram com nada disso. Encararam o mundo como um mecanismo bastante complicado, que agia de acordo com leis inatas e eternas, e que eles tinham curiosidade em descobrir. Esta, como é evidente, é a atitude fundamental da ciência até a atualidade (SCHRÖDINGER. 1996, p. 58)¹⁶⁵.

Para os físicos filósofos criadores da mecânica matricial e da mecânica ondulatória, a relação entre física e filosofia é íntima e inseparável. Heisenberg e Schrödinger, respectivamente, entendiam tal relação em dois níveis: histórico e epistêmico. A relação histórica estava clara. A física originou-se da filosofia, que à época dos pré-socráticos, era uma cosmologia. A relação epistêmica (ou cognitiva) é sempre atual. A física, por si mesma, é um modo de filosofar. As teorias físicas partem de pressupostos filosóficos e “terminam” em interpretações filosóficas. Os físicos filósofos pioneiros da mecânica quântica não estão sozinhos neste entendimento. Na

¹⁶³Para saber mais ver: KOYRÉ, A. *Do espaço fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

¹⁶⁴Ver artigo da penúltima nota.

¹⁶⁵Op. cit.

verdade, a despeito da postura prática dominante entre cientistas que pretensamente negaram a importância da filosofia para a ciência, e mesmo a relação entre ambas, a maior parte dos grandes sábios da ciência coadunou com tal visão. Desde Galileu e Newton, que eram filósofos da natureza, passando por Euler, Hertz e tantos outros, que nunca negaram a extrema importância da interpretação filosófica de seus trabalhos, até os físicos filósofos do século XX, como Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger, Born, Pauli, Dirac, e outros.

Ainda no século XIX grandes cientistas foram importantes filósofos, como é o caso de William Whewell, Pierre Duhem e Ernest Mach. Um dos principais cientistas de sua época, Ludwig Boltzmann assim se expressou acerca de tal questão:

Qual é a definição de filosofia que se me impõe com uma força irresistível? Eu senti como um pesadelo opressor a sensação de que seria um enigma insolúvel a questão de como é possível que eu exista, a questão de como é possível que exista um mundo e a questão sobre o porquê desse mundo ser exatamente como é e não de alguma outra maneira. A ciência que conseguisse resolver esse enigma parecer-me-ia a maior, a verdadeira rainha das ciências, e eu a chamei de filosofia. (BOLTZMANN. 2004, p. 25)¹⁶⁶

A defesa da importância da filosofia para o empreendimento científico permanece realmente atual entre grandes cientistas. Georges Charpak, prêmio Nobel de Física por seus trabalhos em desenvolvimento de detectores de partículas e Roland Omnès, propõem algo muito forte. Não é o caso que a filosofia é importante para o físico, mas, em certo sentido, é algo necessário e fundamental, mesmo que inconscientemente. Ambos defendem que o empirismo de Hume é uma espécie de fundo filosófico comum de boa parte da comunidade científica atual:

Sua revigorante filosofia ainda hoje é uma referência incontornável. É ainda hoje uma filosofia dominante em muitos cientistas, a sua “filosofia espontânea”, lembrem-se eles ou não de sua proveniência [...]. Para Hume, tudo que sabemos provém da experiência. Para começar, a experiência de nossos sentidos [...]. As experiências refinadas feitas em laboratório servem apenas para revelar novos fatos. (CHARPACK;

¹⁶⁶ BOLTZMANN, Ludwig. *Escritos Populares*. Tradução Antonio Augusto Passos Videira. São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 2004.

OMNÈS. 2007, p. 147)¹⁶⁷

Não importa aqui problematizar se os autores estão certos ao identificar no empirismo de Hume a filosofia básica, já naturalizada, de todo cientista. O que nos interessa é a ideia geral de que todo cientista possui uma filosofia, isto é, parte de uma base filosófica, tanto por que deve assumir alguns pressupostos que são filosóficos para então poder fazer ciência, como a existência objetiva da realidade física, e, mais especificamente, a existência objetiva do espaço, do tempo, da matéria e assim por diante, quanto porque as práticas científicas são, em sentido mais radical e originário, atitudes filosóficas. A tese que nos importa, portanto, é que “todo cientista possui uma filosofia, consciente ou inconsciente, crítica ou naturalizada”. Nesta mesma linha de raciocínio podemos citar o pensamento de Silvio Renato Dahmen. No artigo *O Cientista Filósofo* Dahmen defende que:

[...] todo cientista, consciente ou inconscientemente, nutre posturas filosóficas. Podemos ir até mais longe e dizer que todo cientista necessita de uma filosofia se quiser deixar de ser apenas um descobridor e acumulador de fatos para ser um gerador de ideias. Einstein e Gödel não apenas nutriam posturas filosóficas como fizeram de maneira consciente, propugnando a importância do filosofar para as ciências e buscando no questionar filosófico, inspiração para seus trabalhos. (DAHMEN. 2006, p. 143)¹⁶⁸

Novamente enfatizamos que outros pensadores coadunaram com Heisenberg. Einstein, que em sua maturidade foi assumidamente um spinozista, afirmou que a paixão pela compreensão era a pré-condição para o desenvolvimento da ciência: “Existe paixão pela compreensão, assim como pela música. Essa paixão é bastante comum em crianças, mas costuma se perder com o tempo. Sem ela, não haveria matemática nem ciências naturais” (EINSTEIN. 2010, p. 12)¹⁶⁹. Einstein utiliza a expressão “paixão pela compreensão”. Tal expressão é uma tradução de “Filosofia”. A palavra paixão é

¹⁶⁷ CHARPACK,G; OMNÈS,R. *Sejam sábios, tornem-se profetas*. Rio de Janeiro: Editora Best Seller, 2007.

¹⁶⁸ DAHMEN, S. R. *O cientista filósofo*. Filosofia Ciencia & Vida, São Paulo, v. 4, p. 136 - 143, 17 out. 2006.

¹⁶⁹ EINSTEIN, A. *Sobre a teoria geral da gravitação*: in Prêmios Nobel na Scientific American. São Paulo: Duetto, 2010.

utilizada no mesmo sentido que *philia* (no grego φιλία), que expressa atração, desejo, amizade. Do mesmo modo, compreensão nos remete à *sophia*, conhecimento, sabedoria, posto que aquele que sabe, compreende. Portanto, parece que, mais do que Filosofia enquanto disciplina estabelecida, Einstein defende que, sem a “postura filosófica”, de apaixonar-se pela busca do saber, não haveria possibilidade de ciência. Para ser cientista, e não apenas um especialista, antes de tudo, é necessário “ser” filósofo. Não, necessariamente, um filósofo profissional, mas alguém possuidor da verve filosófica.

É interessante notar que, mesmo os que pretendem assumir postura oposta, necessitam em algum momento promover a síntese entre filosofia e ciência, ou ao menos reconhecer as inescapáveis implicações filosóficas da ciência. É o caso, por exemplo, de Stephen Hawking e Richard Feynman. Hawking, em seu livro *Uma nova história do tempo*, havia negado que a filosofia fosse algo presente na ciência atual. Todavia, em obra posterior, *O Universo numa casca de noz*, propôs algo radicalmente diferente. De acordo com ele, o fundamento teórico de qualquer ciência, se “boa” ciência, ciência segura, é dado por uma filosofia da natureza “sólida”:

Uma teoria científica segura, seja do tempo ou de qualquer outro conceito, deve, na minha opinião, ser baseada na mais viável filosofia da ciência: a abordagem positivista formulada por Karl Popper e outros. Segundo essa maneira de pensar, uma teoria científica é um modelo matemático que descreve e codifica as observações que fazemos. Uma boa teoria descreverá uma vasta série de fenômenos com base em uns poucos postulados simples e fará previsões claras que podem ser testadas. Do ponto de vista da filosofia positivista, porém, não é possível determinar o que é real. Tudo o que se pode fazer é descobrir quais modelos matemáticos descrevem o universo em que vivemos. (HAWKING. 2002, p. 31)¹⁷⁰.

Na sua mais recente obra *O grande projeto*, Hawking adota uma perspectiva confusa. Ao mesmo tempo em que volta a negar a vitalidade atual da Filosofia, o autor também volta a apresentar-se como positivista – logo, partidário de uma filosofia –, e oferece uma nova teoria filosófica da ciência, uma variação do seu entendimento do pensamento de Popper, que ele chama de “realismo dependente de modelo”, ou

¹⁷⁰ HAWKING, S; MLODINOW, L. *O Grande projeto*. Trad. Mônica Gagliotti Fortunato Friaça. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

realismo polimodal, de acordo com o qual o real pode ser melhor representado por um conjunto de modelos teóricos e não por uma única teoria global.

Feynman também experimentou de suas próprias armadilhas. Mais de uma vez buscou desvencilhar filosofia e ciência, mas nas suas famosas conferências no CalTech, ministradas entre 1961 e 1963, foi-lhe impossível negar tal relação:

Quais são, portanto, as influências filosóficas da teoria da relatividade? (...) poderíamos descrever algumas delas da seguinte maneira. A primeira descoberta é, essencialmente, que mesmo aquelas ideias em que se acreditou por um longo período e que foram verificadas com grande precisão podem estar erradas (...). Segundo (...) a única questão relevante é se as ideias são compatíveis com o que se descobre experimentalmente (...). Por fim existe uma terceira questão: (...) examinar a simetria das leis, ou, mais especificamente, procurar os meios pelos quais as leis podem ser transformadas sem que sua forma seja alterada. [grifo nosso] (FEYNMAN, 2005, p.232)¹⁷¹.

Na realidade, Feynman estava plenamente ciente tanto da importância histórica da filosofia para a ciência quanto da atualidade da filosofia na ciência. Acerca do primeiro aspecto, isto transparece de suas palavras: “Na verdade, a física é o correspondente atual ao que costumava se chamar filosofia natural, da qual emergiu a maioria de nossas ciências modernas” (FEYNMAN. 2005, p. 73). Em relação ao segundo aspecto, são interessantes as suas reflexões na conferência *Física Básica*: “Qual é a hipótese fundamental da ciência, a filosofia fundamental? Nós a enunciemos no primeiro capítulo: o único teste de validade de qualquer ideia é a experiência” (FEYNMAN. 2005, p. 64). Neste trecho, Feynman assume-se como um positivista radical, para o qual só faz sentido dizer que x é um conhecimento científico, se e somente se x for – ou puder ser – objeto de experiência. Em outro trecho, Feynman mostra-se profundamente sensível às implicações filosóficas da física contemporânea: “Outra mudança interessantíssima nas ideias e na filosofia da ciência trazidas pela mecânica quântica é: não é possível prever exatamente o que acontecerá em qualquer circunstância” (FEYNMAN. 2005, p. 63). Podemos verificar, portanto, que por mais

¹⁷¹ FEYNMAN, R. P. *Física em 12 lições*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

que cientistas como Hawking e Feynman tenham pronunciado algumas frases de efeito contra a relação entre física e filosofia, há registros inequívocos de que tais autores estavam cientes de que física e filosofia são atividades irmanadas, e que toda teoria física possui pressupostos filosóficos e/ou deve ser interpretada a partir de tais pressupostos. Para muitos físicos, o atomismo dos antigos cosmólogos gregos, foi, por muito tempo, um dos mais importantes pressupostos metafísicos das ciências da natureza.

2. A Ontologia Materialista: Origens da tradição do realismo materialista na Grécia antiga.

Muito antes dos ocidentais, os sábios da Índia já haviam formulado sistemas de pensamento nos quais o mundo físico era composto por partículas elementares de matéria. No Ocidente, até onde sabemos, o primeiro filósofo a postular uma ideia semelhante foi Leucipo, nascido no início do quinto século a.C. em Abdera ou Mileto. Ressaltamos que esta última localidade, atual Turquia, na época uma colônia grega, de caráter cosmopolita, favorecia o intercâmbio cultural entre o mundo ocidental e a Ásia. O atomismo está na base do empreendimento intelectual do Ocidente, junto com as demais escolas pré-socráticas.

Um dos maiores legados da história da humanidade é a construção do que se pode chamar de cosmovisão científica: um olhar sobre a Natureza, ou seja, sobre a *Physis*, tal qual era entendida pelos gregos. A origem do processo dessa cosmovisão, lento e fascinante, corresponde à origem e ao florescimento da Filosofia e da Física na Grécia antiga. (...) A natureza da matéria – ou simplesmente de corpos extensos dotados de certas propriedades – foi uma questão intrigante para os filósofos antigos, e ainda é para os físicos contemporâneos. (CARUSO; OGURI. 2006, p. 1)¹⁷²

Entre 440 a.C. e 430 a.C. Leucipo fundou em Abdera uma escola de filosofia onde deu prosseguimento às suas pesquisas. Segundo ele, tudo era composto por

¹⁷² CARUSO, F & OGURI, V. *Física moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.

átomos. Os átomos eram partículas elementares, indivisíveis e inextinguíveis, que, combinando-se e acumulando-se, davam origem a todos os corpos e estruturas físicas. Demócrito foi aluno de Leucipo em sua escola e viria a se tornar o grande difusor do atomismo grego. Segundo ele, o universo é feito unicamente de matéria, e a matéria é formada por átomos, do grego, *á-toma*, que significa unidade indivisível. Nesta teoria, os diversos estados da matéria eram produtos das diferentes formas e combinações dos átomos.

Os átomos, segundo Leucipo, não possuem todas as propriedades que nossos sentidos percebem na natureza. Suas propriedades seriam apenas algumas, tais como peso, forma e tamanho. As demais propriedades da matéria, que percebemos sensorialmente, seriam decorrentes das interações múltiplas e complexas entre os átomos que constituem nosso corpo e os átomos constituintes dos objetos com os quais interagimos. Para Demócrito, esta interação entre as partículas constituintes da matéria deveria ser exclusivamente local, não havendo possibilidade de processos físicos à distância, ou, não-locais. No início do *Cosmos*, segundo ele, todos os átomos rodopiavam caoticamente, até que através de inúmeras colisões eles se agruparam, permitindo a formação de matéria e das primeiras estruturas do universo.

Do ponto de vista atomístico, o que é (o Ser) não é necessariamente Uno, podendo repetir-se um número infinito de vezes. A matéria não pode ser criada ou destruída, e o Universo é constituído de corpos sólidos e de um vazio infinitamente extenso. Logo, o átomo e o vazio constituem a essência do materialismo da filosofia atomística. Cabe notar que o vazio, na teoria de Demócrito, não é simplesmente nada (a negativa do Ser), já que ele serve de sustentáculo para o movimento dos átomos (CARUSO; OGURI. 2006, p. 8)¹⁷³.

O atomismo grego, que visava explicar a composição de todas as coisas baseando-se no postulado de que só a matéria é real, encontraria outros defensores ainda no período grego clássico. Nascido em 341 a.C, em Atenas, Epicuro fundou uma escola de filosofia, onde, longe do burburinho do centro ateniense, com seus mercados barulhentos, junto com seus amigos, ele dedicar-se-ia às investigações filosóficas. De acordo com os acadêmicos que dividiam a filosofia em três áreas, sendo elas, a Ética, a

¹⁷³ Op. cit.

Lógica e a Física, Epicuro apresentou ideias nestes três campos. Para ele, tal como para Demócrito, o universo é formado por átomos, porém, se, para Demócrito, os átomos despençam no vácuo, traçando uma trajetória específica, para Epicuro, eles estavam sujeitos a desvios espontâneos e não causais. Tais desvios poderiam gerar realidades imprevisíveis, abrindo na realidade uniforme a possibilidade de novas e múltiplas configurações. Lucrécio em *De Rerum Natura* afirma que a natureza, em sentido geral, isto é, o mundo, é composto por espaço vazio e por corpos. Afirma também que os corpos são constituídos por outros, ainda menores, até que chegamos a determinados corpos que são indivisíveis e inextinguíveis:

Ademais, os corpos são, em parte, os elementos primordiais das coisas, e, em parte, os que constam de um concílio de princípios. Mas os que são elementos primordiais das coisas nenhuma força pode extinguir; pois eles vencem sendo, afinal, de corpo indivisível (LUCRETIUS. 2016, p. 37)¹⁷⁴.

Espaço vazio e átomos em movimento. Eis a cosmovisão científica atomista. No entanto, os próprios atomistas não apresentaram uma tese para a origem do movimento dos átomos. Contudo, ressaltemos que tal filosofia repercutiu no pensamento elaborador da Física Clássica, mesmo com tal lacuna sobre a origem do movimento:

Entretanto os atomistas não chegaram a apresentar argumento algum que justificasse o movimento inicial dos átomos, o que corresponde a aceitar uma descrição puramente causal de seus movimentos, pensando apenas no resultado da colisão entre átomos, sem se preocupar com o movimento primeiro. Esse ponto de vista – de certa forma aceito e desenvolvido por Newton – foi criticado por Aristóteles, ao escrever: Leucipo e Demócrito, que dizem que os seus corpos primários estão sempre em movimento no vazio infinito, deviam especificar o tipo de movimento que lhes é natural.(CARUSO; OGURI. 2006, p. 8)¹⁷⁵

Muitos dos problemas colocados pelos atomistas seriam negligenciados ou silenciados durante o medievo, mas voltariam a ser retomados, ainda que em outras bases, na modernidade. Com a química moderna e a física nuclear o atomismo já não

¹⁷⁴ LUCRETIUS. *De Rerum Natura*. Juvino Alves Maia Junior; Hermes Orígenes Duarte Vieira; Felipe dos Santos Almeida (Trad./Notas) Ideia: João Pessoa, 2016.

¹⁷⁵ Op. cit.

poderia permanecer esquecido.

O conceito de átomo promove a síntese dos dois sentidos do termo “princípio” no escopo deste trabalho. “No princípio era o átomo”, poderíamos dizer. O conceito de átomo está lá, na origem da ciência, junto com outros mais ou menos contemporâneos, como *physis*, *arché*, *nomos*, *cosmos*, número, espaço, tempo. Assim como outros conceitos cuja primeira elaboração ocorreu entre os cosmólogos pré-socráticos, o conceito de átomo foi, ao longo dos séculos, sendo ressignificado, esquecido, lembrado, diminuído, ampliado, até que, após toda essa dinâmica própria dos processos históricos e sociais, o átomo chegou ao século XXI, e continua sendo, de alguma forma, um dos princípios básicos da física. Claro que, em certa medida, já não é o mesmo conceito, mas entre o conceito original e o atual, nem tudo se perdeu, nem tudo foi transformado pelas forças construtoras da história e da sociedade. Em física, a palavra átomo continua nos remetendo à ideia de que existem partículas elementares de matéria que compõem todas as coisas. Hoje, as partículas elementares e indivisíveis, por uma “fina” ironia etimológica, são chamadas de subatômicas. Para a maior parte dos físicos que adere ao modelo padrão da física de partículas, a partícula elementar (o átomo de nossos tempos) é o princípio, o fundamento, da física. No entanto, pensadores como Heisenberg e Schrödinger questionaram a validade do materialismo atomista no escopo da epistemologia da mecânica quântica. Heisenberg, por exemplo, pensou que na nova física, era a simetria matemática, e não a partícula de matéria, o fundamento ontológico do real.

A tradição atomista foi extremamente influente, embora tenha caído no esquecimento durante a maior parte da idade média. Com o Renascimento e a chegada da modernidade, o atomismo se incutiu na cultura ocidental, arraigando em nosso pensamento a crença de que todas as coisas são feitas de matéria, e que o homem é apenas um objeto material, enfim, de que não existe nada além da materialidade atômica, e incluiríamos, do espaço-tempo e das forças que atuam e organizam a matéria. Com a chegada do século XX, físicos filósofos como Heisenberg e Schrödinger criticaram fortemente a tradição materialista. Em *Teoria Quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega* vemos que tais físicos filósofos recusaram o antigo materialismo (SILVA, 2017); Schrödinger, atacando a consistência do conceito de matéria no escopo

da mecânica quântica (SCHRÖDINGER, 2006) e Heisenberg, concebendo que a partícula elementar não seria ontologicamente fundamental, mas apenas o produto de “simetrias matemáticas”, aproximando-se assim, a seu ver, da filosofia platônica do *Timeu* (HEISENBERG, 1987; 2006).

Considerações Finais:

Ainda que um conceito filosófico específico se torne ultrapassado no escopo das ciências da natureza de uma época, acreditamos que a atitude filosófica permanece sempre atual, uma vez que, sem a qual, já não seria possível uma atividade verdadeiramente científica. Os chamados “físicos” ou “cosmólogos” pré-socráticos buscavam compreender o mundo natural, a *physis*, e o funcionamento e origem do *cosmos* reduzindo a diversidade e a complexidade dos fenômenos naturais a uma causa única e simples, a *arché*. Devemos dizer que essa busca por uma imagem racional e simples do mundo e o ideal de ordenamento e unificação da natureza permanecem sendo os pressupostos básicos de toda teoria física. Deste modo, física e filosofia se relacionam profundamente em dois sentidos. Em sentido histórico, a física nada mais é do que filosofia natural, ou dizendo de outro modo, as ciências da natureza são oriundas da investigação filosófica. Em sentido epistêmico, a pesquisa científica é, por si mesma, uma atividade filosófica, pois é o modo científico moderno de levantar questões e propor respostas acerca da natureza.

Referências:

- BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.
- BORN, M; AUGER; SCHRÖDINGER, E; HEISENBERG, W. *Problemas da Física Moderna*. Trad. Gita. K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva: 2006.
- BROGLIE, L. *O Futuro da Física in Para Além da Ciência*. Trad. Eduardo Pinheiro. Porto: Livraria Tavares Martins, 1955.
- BOLTZMANN, Ludwig. *Escritos Populares*. Tradução Antonio Augusto Passos Videira. São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 2004.

CARUSO, F & OGURI, V. *Física moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.

CHARPACK, G; OMNÈS,R. *Ciência e Sociedade in Sejam sábios, tornem-se profetas*.Rio de Janeiro: Editora Best Seller, 2007.

DAHMEN, S. R. *O cientista filósofo*. Filosofia Ciencia & Vida, São Paulo, v. 4, p. 136 - 143, 17 out. 2006.

EINSTEIN, A. *A Teoria da Relatividade Especial e Geral*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

_____. *Como eu vejo o mundo*. Trad. H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.

_____. *Escritos da maturidade*. Trad. Maria Luiza X. de A Borges. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

_____. *Notas autobiográficas*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

_____. *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 Editores, 1980.

FEYNMAN, R. P. *Física em 12 lições*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

_____. *O que é uma lei física?* Lisboa: Gradiva,1989.

HAWKING, S; MLODINOW, L. *O Grande projeto*. Trad. Mônica Gagliotti Fortunato Friaça. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

_____. *O Universo numa casca de noz*. Trad. Ivo Korytowski. São Paulo: Arx, 2001.

_____.*Uma nova história do tempo*. Trad. Vera de Paula Assis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

HEISENBERG, W. *A Imagem da Natureza na Física Moderna*. Lisboa: Livros do Brasil, 1981.

_____. *A ordenação da realidade: 1942*. Tradução de Marco Antônio Casanova. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

_____. *A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. *Física e filosofia*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1987.

- _____. *Más Allá de La Física*. Madri: Editorial Católica, S. A., 1974.
- _____. *Nuclear Physics*. London: Methuen & CO. LTD.,1953.
- _____. *Páginas de reflexão e auto-retrato*. Lisboa: Gradiva, 1990.
- _____. *Philosophic problems of nuclear science*. New York: Philosophical Library, 1952.
- KOYRÉ, A. *Estudos Galilaicos*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.
- KOYRÉ, A. *Do espaço fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.
- _____. *Estudos de História do Pensamento Científico*. Rio de Janeiro:Forense - Universitária, Brasília: Ed. Unb, 1982
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.
- LEITE, A; SIMON, S. (Werner Heisenberg e a Interpretação de Copenhague: a filosofia platônica e a consolidação da teoria quântica). *Sci. stud.* vol.8 no.2 São Paulo Apr./June 2010.
- LUCRETIUS. *De Rerum Natura*. Juvino Alves Maia Junior; Hermes Orígenes Duarte Vieira; Felipe dos Santos Almeida (Trad./Notas) Ideia: João Pessoa, 2016.
- PIZA, A. *Schrödinger e Heisenberg: A física além do senso comum*. São Paulo: Editora Odysseus, 2007.
- PLANCK, Max. *Autobiografia científica e outros ensaios*. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.
- _____. *¿Adonde va la ciencia ?* Felipe Jiménez de Asúa (Trad). 3a ed. Buenos Aires: Editorial Losada, 1947.
- POPPER, K. *O mundo de Parmênides: Ensaio sobre o iluminismo pré-socrático*. Roberto Leal Ferreira (Trad.). São Paulo: Editora Unesp, 2014.
- SCHEIBE, E. *Die philosophie der physiker*. München: Beck'schen Reihe, 2007.
- SCHRÖDINGER, E. *A Natureza e os Gregos: seguido de Ciência e humanismo*. Lisboa: Edições 70, 1996.
- WEIZSÄCKER, C. *La importancia de La ciencia*. Barcelona: Editorial Labor, S, A., 1972.
- SILVA, V. C. *O anti-realismo na filosofia da física de Werner Heisenberg: da potentia aristotélica ao formalismo puro*. Griot, v. 3,n2, p. 109-120, 2011.

_____. *Qual o valor da ciência? Metafísica e axiologia na era da Big Science e da tecnociência*. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

_____. *Teoria Quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega*. GRIOT, v. 15, p. 233-250, 2017.