

DE HEISENBERG A HEGEL: REFLEXÕES METAFÍSICAS SOBRE A FÍSICA QUÂNTICA

Sinésio Ferraz Bueno¹

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

 <https://orcid.org/0000-0003-3124-4692>

E-mail: sinesioferraz@yahoo.com.br

RESUMO:

A ruptura estabelecida pela física quântica em relação à física clássica conduziu a uma redefinição da objetividade científica, que desde então se baseou no formalismo matemático para o conhecimento das funções de onda. Essa concepção de uma "objetividade fraca" motivou Werner Heisenberg a recorrer ao idealismo de Platão para explicar a constituição interna do mundo material a partir de estruturas geométricas. Entretanto, face a um paradigma idealista incompatível com a ciência moderna, Heisenberg concebeu que a filosofia de Kant seria a referência mais aceitável para interpretar os fenômenos quânticos dentro dos limites empiricistas da pesquisa científica. O presente artigo apresenta o idealismo de absoluto de Hegel como horizonte filosófico para uma possível superação da rigidez dos limites kantianos, visando a uma interpretação metafísica da física quântica.

PALAVRAS-CHAVE: Física Quântica; Idealismo Absoluto; Hegel; Metafísica; Filosofia da Física.

FROM HEISENBERG TO HEGEL: METAPHYSICAL REFLECTIONS ON QUANTUM PHYSICS

ABSTRACT:

The rupture established by quantum physics in relation to classical physics led to a redefinition of scientific objectivity, which has since relied on mathematical formalism for the knowledge of wave functions. This conception of a "weak objectivity" motivated Werner Heisenberg to resort to Plato's idealism to explain the internal constitution of the material world from geometric structures. However, faced with an idealist paradigm incompatible with modern science, Heisenberg conceived that Kant's philosophy would be the most acceptable reference for interpreting quantum phenomena within the empiricist limits of scientific research. This article presents Hegel's idealism of the absolute as a philosophical horizon for a possible overcoming of the rigidity of the Kantian limits, aiming at a metaphysical interpretation of quantum physics.

KEYWORDS: Quantum Physics; Absolute Idealism; Hegel; Metaphysics; Philosophy of Physics.

¹ Doutor(a) em História e Filosofia da Educação pela Universidade de São Paulo (USP), São Paulo – SP, Brasil. Professor(a) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Marília – SP, Brasil.

1. Princípio de incerteza e formalismo matemático

As investigações científicas sobre a estrutura ultramicroscópica da matéria realizadas no âmbito da física quântica, desde as primeiras décadas do século passado, proporcionaram uma contestação radical da concepção mecanicista e determinista do mundo material. Na medida em que os pesquisadores constataram que as entidades constituintes da matéria em sua dimensão quântica assumem um estado de superposição entre o formato ondulatório e o formato corpuscular, isso implicou em uma ruptura decisiva com a concepção sólida e extensa classicamente consagrada pela física clássica. Desde então, a superposição quântica passou a representar uma concepção diametralmente oposta ao determinismo newtoniano, cujo princípio basilar consistia em permitir a previsão exata dos parâmetros de velocidade e de localização espacial dos corpos em dado momento do tempo. A ruptura decisiva da física quântica em relação à física clássica encontra uma de suas mais eloquentes expressões no princípio de incerteza formulado por Werner Heisenberg. Segundo o físico, os fenômenos quânticos são em sua própria natureza completamente refratários aos experimentos dedicados à determinação precisa de sua velocidade e localização espacial. Quando se busca determinar de maneira precisa a posição de um elétron no interior do átomo, os fótons empregados para iluminar a região pesquisada provocam efeitos cinéticos que aumentam a velocidade da partícula. Por outro lado, caso a intensidade da luz seja diminuída, para que cessem os efeitos anteriores, torna-se impossível visualizar sua localização espacial. Dessa forma, o princípio de incerteza de Heisenberg expõe a completa inadequação dos parâmetros clássicos do determinismo newtoniano para o conhecimento exato e simultâneo da velocidade e da localização espacial das entidades quânticas.

A interpenetração do princípio de incerteza com o caráter complementar entre onda e partícula introduz uma implicação filosófica de mais elevada importância para estudos sobre filosofia da física, que consiste na discrepância entre a objetividade forte, relacionada a uma concepção mecanicista de realidade, baseada na existência de objetos materiais estáveis, e a objetividade fraca, relacionada aos fenômenos dualísticos e indeterminados da realidade quântica. O impacto filosófico dos estudos quânticos foi adequadamente sintetizado pelo pesquisador português Álvaro Balsas: “a mecânica quântica derruba a imagem de um mundo exterior, que se apoiava numa ontologia realista, mecanicista e coisista” (1999, p. 128). Entidades quânticas, como fótons, elétrons, e demais componentes subatômicos, existem em estado de superposição, entre o aspecto corpuscular coerente com física clássica, e o aspecto ondulatório, que se caracteriza pela incompatibilidade com a condição extensa e sólida intuitivamente atribuída às coisas materiais. A superposição quântica é incompatível com o mecanicismo cartesiano, uma vez que impossibilita que a extensão possa assumir o estatuto substancial que lhe foi atribuído por René Descartes. A constatação experimental do dualismo entre onda e partícula ensejou no campo da física quântica uma correspondente dualidade teórica, resultante das diferentes perspectivas assumidas para a explicação do fenômeno. Uma delas, definida como uma teoria “realista” e partidária da objetividade forte, explica o colapso quântico como resultado da influência dos instrumentos de medição, que provocariam a decoerência dos fenômenos, resultando no aspecto corpuscular das partículas. A outra, definida como “idealista”, atribui o colapso da superposição à atividade de observação realizada por uma consciência humana.

A oposição entre objetividade forte e objetividade fraca constitui a implicação central da Escola de Copenhague, configurando concepções antagônicas acerca da realidade. A impossibilidade da produção de um conhecimento exato e determinista dos fenômenos quânticos demandou um dilema filosófico absolutamente crucial para a filosofia da ciência. Esse dilema consiste em interrogar se a incerteza formulada por Heisenberg é um problema de teor epistemológico, explicável pela incapacidade dos instrumentos de medição de acesso direto ao

mundo quântico, ou se é um problema ontológico, relacionado com a desconstrução da própria realidade material, mecanicista e coisista em que se baseou a física newtoniana. Sob o ponto de vista de uma interpretação epistemológica, a incerteza e indeterminação que é intrínseca aos fenômenos quânticos, está relacionada com a oposição irreduzível entre a realidade material e extensa que estrutura a existência do sujeito humano e de seus instrumentos de medição, e os pacotes de onda que formam a realidade quântica. Por outro lado, sob o ponto de vista de uma interpretação ontológica, torna-se fundamental considerar o papel decisivo da consciência humana de se constituir como esfera de interioridade autônoma que atua como princípio causal da própria existência da realidade material. Em outras palavras, quando se assume essa perspectiva idealista de interpretação, o realismo corpuscular, mecanicista e coisista em que se baseou o positivismo científico seria apenas uma ilusão de ótica, pois a realidade em si mesma é concebida como sendo irreduzível a uma ontologia material.

No tocante à relação entre metafísica e ciência, é altamente sugestivo que um dos maiores expoentes da ciência ocidental no século XX tenha enunciado a existência de relações de incerteza e indeterminação no âmbito dos fenômenos quânticos, que remetem diretamente à problematização da separação e independência entre sujeito e objeto, tão cara à ciência ocidental. As proposições enunciadas por Heisenberg para tornar possível uma redefinição da objetividade científica em meio à tensão entre ontologia e epistemologia confluíram na apresentação de um formalismo matemático capaz de reduzir os problemas quânticos a uma interpretação estatística das funções de onda (CHIBENI, 2005, p. 11). Quando as entidades quânticas são reduzidas a interpretações estatísticas, o conhecimento científico deixa de assumir os critérios de exatidão da física clássica, passando a expressar parâmetros probabilísticos referentes à posição e momento das partículas. Nessa perspectiva, é possível afirmar que é a própria interferência peculiar ao processo instrumental de medição que provoca o colapso da função de onda e determina uma posição específica no espaço. Pois um elétron, “antes de ser observado, existe em todos os lugares possíveis, com todos os níveis de energia possíveis, e em todas as velocidades possíveis, mas com distribuição desigual de probabilidades para cada uma destas realidades potenciais” (SILVA, 2012, p. 79). O tratamento estatístico assumido pelos principais cientistas da Escola de Copenhague implica na impossibilidade de individualização das entidades quânticas, pois o formalismo matemático tem por objeto de estudo conjuntos populacionais que são irreduzíveis à condição de objetos físicos individuais. Embora o estudo dos fenômenos quânticos não possa prescindir da descrição das entidades subatômicas como partículas elementares, esse termo não deve ser entendido em significado atomístico, pois a impossibilidade de observação individualizada remete sua existência a uma dimensão matemática e virtual: “partículas são hoje *quanta de campos*, certas formas de excitação energética de entidades matemáticas chamadas campos, descritas em espaços matemáticos de várias dimensões” (KRAUSE, 2008, p. 58).

2. Física quântica e cosmologia platônica

A constatação de que os fenômenos quânticos podem ser compreendidos como leis naturais matematicamente formuláveis, obrigou Heisenberg a uma ruptura com a concepção atomística que se originou no pensamento de Leucipo e Demócrito, e que durante muito tempo foi a base filosófica do mecanicismo moderno. A concepção da estrutura íntima da matéria como um conjunto organizado de partículas elementares corpóreas e indivisíveis se tornou amplamente inadequada para explicar em termos ontológicos a constituição da realidade material. Em vista disso, Heisenberg recorreu ao idealismo de Platão e seu postulado metafísico das figuras geométricas como objetos ontológicos formadores de tudo aquilo que existe. No diálogo *Timeu*, a origem do mundo é explicada como ação criativa de um artesão, denominado Demiurgo, que

transforma uma matéria informe e primordialmente caótica em um mundo sensível organizado e teleologicamente orientado pela realização do Bem, da racionalidade e da virtude. Em consonância com a teoria idealista de Platão, a construção do mundo sensível foi modelada de acordo com parâmetros inteligíveis de ordenação, harmonia, beleza e beatitude, que são as Ideias, entendidas como entidades perfeitas, eternas e reais. Segundo a concepção platônica, a constituição interna do mundo sensível e material é manifestação da inteligência superior e perfeita do Demiurgo, que plasmou o mundo material de acordo com formatos harmoniosos. O mundo sensível emergiu de um caos primordial originalmente destituído de forma, que “consistia num amontoado desorganizado de diminutos triângulos planos, movendo-se em turbilhões espasmódicos, agitados por forças, não originárias da alma, mas descontroladas e irracionais” (MATSUURA, 2009, p. 36). Nessa concepção, a estrutura interna da matéria originalmente foi formada por estruturas geométricas elementares, em si mesmas destituídas de materialidade, e que compõem os quatro elementos básicos do mundo sensível: água, terra, ar e fogo. A teoria platônica da origem do mundo pressupõe, portanto, um caos primordial original, que adquiriu inteligibilidade e racionalidade mediante a organização harmônica de formas geométricas que em si mesmas não são partículas elementares de natureza atomística, pois foram ontologicamente concebidas como objetos matemáticos.

Heisenberg atribuiu maior relevância explicativa à teoria platônica em detrimento do atomismo de Leucipo e Demócrito por motivos intrínsecos ao conhecimento dos fenômenos quânticos. A origem da guinada idealista do físico Heisenberg se deve à hipótese inovadora apresentada por Max Plank no ano de 1900, acerca de uma nova concepção sobre a natureza física da energia. Para explicar fenômenos peculiares de radiação eletromagnética, Planck compreendeu que a energia não se propaga pelo espaço como onda contínua, mas sob a forma de pacotes mínimos, compostos de quantidades definidas, desde então denominados “quanta”. Posteriormente à descoberta de Planck, duas novas contribuições teóricas elucidaram a natureza dos fenômenos quânticos, fornecendo chaves de compreensão progressivamente afastadas do mecanicismo clássico. A primeira delas, publicada por Bohr, Kramers e Slater, em 1924, assumiu o dualismo entre onda e partícula, atribuindo caráter estatístico e probabilístico, e, portanto, indeterminista, aos campos ondulatórios (CABRAL, 2019, p. 105). A segunda hipótese teórica, publicada no mesmo ano por Louis de Broglie, estendeu o dualismo entre onda e partícula, antes restrito aos fenômenos de radiação, para todas as demais entidades constituintes da matéria (CABRAL, 2019, p. 107). Esse conjunto de hipóteses teóricas se demonstrou coerente com a incerteza e indeterminação quânticas, postuladas por Heisenberg em 1927. Desde então, a física teórica desenvolveu argumentos consistentemente direcionados no sentido contrário ao mecanicismo clássico, pois deu notável relevância a uma concepção de objetividade centrada na simetria matemática dos fenômenos quânticos, aspecto que favorece a teoria de Platão em detrimento do atomismo naturalista.

Ao formalismo matemático e estatístico como modelo explicativo para o conhecimento da estrutura do mundo material, Heisenberg apresenta um segundo argumento, este de natureza empírica, para fundamentar sua opção pelo idealismo platônico. Na perspectiva filosófica de Demócrito, os átomos são partículas materiais eternas e indestrutíveis, incapazes de se transformarem umas nas outras. Mas a experiência com os primeiros aceleradores de partículas à época de Heisenberg evidenciou que a colisão entre partículas quânticas produzida sob elevadas quantidades de energia cinética pode resultar na criação de novas partículas, assim como na destruição de algumas delas, fato empírico cabalmente demonstrativo de que a substância formadora dos elementos primários constituintes da matéria é a energia. Esse fenômeno de transformação das partículas elementares no interior quântico se mostra muito mais compatível com o idealismo platônico, uma vez que seu formalismo matemático contempla a concepção

derivada da teoria da relatividade acerca da energia como substância primordial do universo: “no que diz respeito a esta questão, a física moderna assume uma posição frontalmente contrária à de Demócrito, favorecendo Platão e os pitagóricos” (HEISENBERG, 1995, p. 57). Desde que o dualismo entre onda e partícula se estendeu à estrutura de toda a matéria existente, e a antiga representação do átomo como um sistema solar em miniatura foi substituída por uma concepção compatível com o mundo quântico, em que a trajetória do elétron é marcada pela indeterminação, os cientistas tiveram que abdicar de modelos pictóricos representativos da estrutura atômica. Modelos visualmente intuitivos como o de Rutherford, incapazes de expressar o salto quântico do elétron entre as camadas de valência, foram obrigatoriamente substituídos pelo formalismo matemático, e é por esse motivo que a teoria platônica se mostra mais adequada como referência filosófica para a explicação do mundo quântico na perspectiva de Heisenberg:

Independentemente da decisão última, podemos mesmo afirmar agora que a resposta final estará mais próxima dos conceitos filosóficos expressos, por exemplo, no Timeu de Platão, do que dos antigos materialistas. Tal fato não deve ser mal compreendido como um desejo de rejeitar de maneira muito leviana as ideias do moderno materialismo do século XIX, o qual, uma vez que pôde trabalhar com toda a ciência natural dos séculos XVII e XVIII, abarcou um conhecimento muito importante de que carecia a antiga filosofia natural. Não obstante, é inegável que as partículas elementares da física de hoje se ligam mais intimamente aos corpos platônicos do que aos átomos de Demócrito (HEISENBERG, 2017, p. 26).

A adoção do idealismo platônico como referência filosófica para uma compreensão ontológica da natureza das partículas elementares por Heisenberg, expõe de maneira muito sugestiva os problemas embaraçosos a que se expõe a ciência ocidental quando ela se defronta com desafios que exigem uma solução teórica que ultrapassa seus limites instrumentais e metodológicos. Não foram meramente idiossincrasias pessoais que levaram Heisenberg a recorrer a uma explicação de natureza metafísica, mas sim os próprios resultados experimentais e problemas teóricos suscitados pela física, quando esta enveredou pelos domínios quânticos. Na medida em que o consagrado físico alemão foi forçado, por motivos experimentais e teóricos, a explicar a transformação da energia em matéria por meio do formalismo matemático, é lícito apontar a existência de um conflito nítido entre a perspectiva da física teórica, alicerçada na capacidade instrumental de exploração dos fenômenos mecânicos do mundo material, e a perspectiva metafísica, que por sua própria natureza, é fundamentada em argumentos lógicos e especulativos, prescindindo inteiramente de recursos empíricos para a validação de suas teses. Um pesquisador do tema expressou de maneira lúcida as implicações centrais desse conflito entre concepções teóricas e métodos experimentais relacionados com o positivismo científico, e argumentos metafísicos cientificamente indemonstráveis: “para Heisenberg, essas *formas* matemáticas existem mesmo (possuem estatuto ontológico), ou essas *formas* matemáticas são apenas um recurso lógico para responder ao problema? Como solucionar essa *tensão* entre o *físico* Heisenberg e o *filósofo* Heisenberg?” (CABRAL, 2019, p. 14).

3. Heisenberg e Kant

A referida tensão entre o físico e o filósofo pode ser traduzida como um dilema filosófico entre uma perspectiva epistemológica, relacionada com as limitações cognoscitivas intrínsecas ao intelecto humano para o conhecimento dos fenômenos quânticos, e uma perspectiva ontológica, relacionada com uma concepção idealista das partículas elementares que constituem tudo aquilo que existe no universo. A esse respeito, é muito significativo que para resolver esse intrincado problema filosófico, Heisenberg recorreu justamente ao sistema conceitual elaborado por Immanuel Kant, que em princípio parece muito adequado para satisfazer as demandas pessoais

de um pensador cuja trajetória se situou entre nos limites entre ciência e metafísica. Na medida em que o sistema filosófico de Kant teve o objetivo de circunscrever os limites disciplinares entre o conhecimento fenomênico da natureza, proporcionado pelo entendimento (*Verstand*), e a necessidade estrutural da razão (*Vernunft*) de acessar o domínio do incondicionado, sua clara distinção entre essas duas esferas proporcionou a Heisenberg a oportunidade de acomodar a incerteza quântica sob referências filosoficamente consistentes. No sistema kantiano, as condições de necessidade e universalidade essenciais à ciência são proporcionadas pelas estruturas transcendentais do sujeito, que tornam possível a experiência fenomênica dos objetos. Sob o ponto de vista cognoscitivo, o pensamento humano é rigorosamente disciplinado pelos horizontes da experiência, a qual fornece sensações passíveis de serem ordenadas no tempo e no espaço pelas formas *a priori* da sensibilidade (espaço e tempo). As intuições empíricas organizadas pela sensibilidade, por sua vez, fornecem o conteúdo a ser elaborado pelas categorias lógicas da razão, no interior de um processo que constitui o conhecimento conceitualmente válido dos objetos. Desde a “revolução copernicana” de Kant, não é a estrutura sensível e cognitiva do sujeito que se regula pela natureza dos objetos, mas, pelo contrário, são estes que se moldam pelas formas *a priori* da sensibilidade e pelas categorias lógicas do intelecto. As estruturas transcendentais do sujeito representam as condições sem as quais se torna impossível a própria experiência dos objetos fenomenicamente concebidos.

A principal implicação da crítica da razão pura kantiana consiste em sua delimitação da dimensão fenomênica, isto é, aquela que contém conteúdo empírico e sensível, como única esfera segura para o emprego das categorias lógicas do entendimento no que se refere à produção de um conhecimento universal e necessário. Isso significa que todo empreendimento metafenomênico de conhecimento do mundo está invariavelmente fadado ao fracasso, pois nesse caso as categorias lógicas do intelecto estarão operando no vazio. Em termos mais precisos, o conhecimento de objetos que não sejam passíveis de delimitação no espaço e no tempo, vale dizer, o conhecimento do númeno, constitui a esfera da ilusão estrutural da razão, pois expressa tentativas de conhecimento que se situam para além da experiência de objetos fenomenicamente dados. O conhecimento do númeno é vedado ao intelecto em seus dois aspectos, em primeiro lugar, em sentido negativo, como coisa-em-si, que designa a existência independente dos objetos em relação à capacidade humana de conhecimento; em segundo lugar, em sentido positivo, como intuição intelectual, isto é, na condição especulativa da razão, quando esta se dirige aos fundamentos supremos e incondicionados da existência, como Deus e alma. Nesse sentido, a esfera numênica se constitui como conceito que circunscreve os limites do conhecimento humano, e obstrui o emprego ilegítimo do intelecto tanto na direção da coisa-em-si, que se torna incognoscível por definição, quanto na direção da especulação metafísica. A razão (*Vernunft*) é concebida por Kant como faculdade cognoscitiva que intenciona dirigir o intelecto para além dos horizontes da experiência finita, e por esse motivo seu uso como instrumento de conhecimento da esfera incondicionada do mundo permanece problemático.

A incorporação dos conceitos kantianos se revelou muito conveniente para que Heisenberg pudesse harmonizar as tendências eventualmente inconciliáveis de seu pensamento, entre a epistemologia e a ontologia. Antes de desenvolvermos os aspectos peculiares à interpretação da crítica da razão pura por Heisenberg, é importante expor brevemente algumas modificações importantes que foram por ele introduzidas na compreensão do pensamento kantiano, para que este pudesse se tornar compatível com a incerteza quântica. A esse respeito, o aspecto mais importante consiste no fato de que o estudo científico dos fenômenos quânticos pressupõe um rompimento absolutamente decisivo com a objetividade forte e determinista que marcou a física clássica, em favor de uma objetividade fraca, caracterizada pelo indeterminismo próprio à probabilidade estatística. A causalidade, que segundo Kant, é uma categoria lógica do intelecto,

sempre se constituiu como um instrumento cognitivo perfeitamente adequado para a compreensão da conexão necessária entre condições experimentais em diferentes momentos temporais. Mas no âmbito quântico, o aspecto irredutivelmente imprevisível que caracteriza a trajetória das partículas elementares impede um conhecimento determinista e causal dos eventos mecânicos durante instantes determinados do tempo. Assim como a causalidade, também as categorias de espaço e tempo, que na teoria kantiana são formas transcendentais da sensibilidade, foram despojadas de seu apriorismo transcendental, para serem compreendidas em sentido relativo. A esse respeito, Heisenberg foi suficientemente esclarecedor: “não mais valem os argumentos kantianos que favorecem o caráter *a priori* da causalidade. Discussão análoga poderia ser apresentada sobre o caráter *a priori* de espaço e tempo como formas de intuição. O resultado seria o mesmo. Os conceitos *a priori* que Kant considerou como verdade indisputável, não mais estão presentes na física moderna” (1995, p. 70). O contexto experimental da física quântica condenou à obsolescência a própria concepção coisista dos átomos como objetos empíricos independentes e separados do sujeito humano. Os fenômenos quânticos não podem ser compreendidos como fatos empíricos, ou processos objetivos nos moldes da ciência newtoniana, mas sim como “situações observacionais” sujeitas ao indeterminismo probabilístico: “Sempre que tentamos deduzir leis a partir de nossos estudos dos fenômenos atômicos, descobrimos que já não correlacionamos processos objetivos no espaço e no tempo, mas apenas situações observacionais. Somente para estas é que podemos deduzir leis empíricas. Os símbolos matemáticos com que descrevemos essas situações observacionais representam possibilidades, e não fatos” (HEISENBERG, 1996, p. 145).

Não obstante a introdução de modificações importantes relacionadas às pretensões apriorísticas dos conceitos fundamentais da razão pura, o sistema filosófico de Kant desempenha um papel absolutamente crucial nas reflexões de Heisenberg, pois possibilita que sua interpretação filosófica sobre a física quântica se mantenha centrada nos aspectos epistemológicos. A redefinição da objetividade científica segundo os parâmetros da objetividade fraca, de acordo com os quais os fenômenos quânticos são reduzidos à interpretação estatística e probabilística das funções de onda, não significa que Heisenberg atribuiu ao formalismo matemático um estatuto ontológico capaz de expressar a realidade da natureza em si mesma. A esse respeito, Heisenberg introduz modificações importantes no próprio conceito de coisa-em-si kantiano, que deixa de ser um númeno rigorosamente incognoscível, para se tornar uma estrutura matemática passível de ser expressa por meio do formalismo matemático: “a ‘coisa-em-si’ é, no final das contas, uma estrutura matemática; essa estrutura, todavia, é – contrariamente ao que pensava Kant – deduzida indiretamente da experiência” (1995, p. 71). A revisão teórica realizada pelo físico alemão indica que ele estava fortemente convencido de que a própria impossibilidade de um conhecimento determinista dos fenômenos quânticos, evidenciada pela barreira do princípio de incerteza, denota que a ciência finalmente teria atingido a última fronteira referente à dimensão elementar da natureza. Nesse sentido, as simetrias matemáticas expressam um conhecimento que é ao mesmo tempo completo, pois traduz de maneira fidedigna situações observacionais relativas a fenômenos que não podem ser diretamente verificados, e incompleto, na medida em que é incapaz de determinar de maneira exata a velocidade e o momento de uma partícula específica em certo período temporal. Em outras palavras, é possível afirmar que, entre um ponto de vista metafísico, que poderia atribuir ao formalismo matemático um estatuto ontológico ao estilo platônico, e um ponto de vista científico, que permaneceria fiel à existência de uma estrutura física elementar da matéria, mesmo que esta não possa ser diretamente observada, Heisenberg optou claramente por essa segunda perspectiva, apoiando-se no conceito kantiano de coisa-em-si. Para ele, a interpretação probabilística proporcionada pelas simetrias matemáticas expressa tendências que são “uma certa camada intermediária de realidade, meio

caminho entre a realidade maciça da matéria e a realidade intelectual da ideia ou a imagem” (2017, p. 16). Embora a coisa-em-si deixe der um substrato numênico incognoscível, no sentido rigorosamente kantiano, uma vez que ela pode ser traduzida em linguagem matemática, ainda assim há um dualismo entre a forma cognoscível e o conteúdo maciço e objetivo que permanece inobservável. Heisenberg preserva a existência de uma realidade fenomênica constituída como substrato de energia potencialmente passível de assumir o formato ondulatório ou corpuscular que pode ser conhecido em linguagem matemática. O substrato objetivo é o conteúdo da realidade, a coisa-em-si, o horizonte ontológico do mundo natural, que assume a forma epistemologicamente expressada pela ciência, pois “a matéria origina-se quando a substância energia é convertida na forma de uma partícula elementar” (2017, p. 23). As próprias entidades quânticas já não são a coisa-em-si, na medida em que expressam a forma matematicamente descritível pelo intelecto: “as partículas elementares são, pois, as formas fundamentais que a substância energia deve assumir a fim de converter-se em matéria, e tais formas básicas precisam de algum modo ser determinadas por uma lei fundamental exprimível em termos matemáticos” (2017, p. 23).

4. A coisa-em-si é energia

Perante a incompatibilidade dos conceitos básicos da razão pura kantiana, atestada pelo princípio de incerteza, Heisenberg reformula o conceito de coisa-em-si para torná-lo compatível com uma realidade fenomênica que se apresenta aos sentidos humanos de maneira indeterminista. Na medida em que a coisa-em-si, mesmo passível de ser traduzida em linguagem matemática, permanece inacessível à observação direta, Heisenberg adota de maneira clara um ponto de vista epistemológico, permanecendo um cientista que se vale de conceitos filosóficos para entender esse intrincado problema. Para ele, o conteúdo substancial e ontológico do mundo, a coisa-em-si, é a energia, ao passo que as partículas elementares, matematicamente cognoscíveis, constituem a forma que torna possível a objetividade da ciência: “todas as partículas elementares são compostas da mesma substância, isto é, a energia. Constituem as várias formas que a energia assume para tornar-se matéria. (...) A matéria origina-se quando a substância energia é convertida na forma de uma partícula elementar” (2017, p. 23). O ponto de vista epistemológico assumido pelo físico é altamente esclarecedor no tocante à devida compreensão sobre o lugar que a metafísica platônica ocupa em suas considerações filosóficas. Conforme abordamos, em virtude da explicação quantizada acerca dos fenômenos subatômicos, Heisenberg descartou a concepção acerca da existência de átomos materiais, de maneira a valorizar a teoria platônica que explica a substância universal a partir da organização harmônica de formas geométricas como referência filosófica adequada para explicar o formalismo matemático postulado pela física moderna. Mas sua simpatia declarada pelo *Timeu* de Platão é rigidamente circunscrita aos limites impostos pelo realismo consagrado pela ciência moderna. Na medida em que o mito platônico explica a origem do universo como resultado de um projeto inteligente e benévolo teleologicamente orientado pela harmonia, ordem e beleza, se Heisenberg aceitasse tais pressupostos ontológicos e idealistas, isso implicaria no estabelecimento da mais ampla ruptura com o realismo científico. Sua recepção da teoria platônica está restrita aos limites epistemológicos que autorizam a existência de afinidades conceituais entre o formalismo matemático da teoria quântica e a concepção das partículas elementares platônicas como formas geométricas. Uma breve consulta ao texto platônico esclarece as ressalvas de Heisenberg a uma aceitação integral da ontologia descrita no *Timeu*:

É evidente para todos que [o demiurgo] pôs os olhos no que é eterno, pois o mundo é a mais bela das coisas devenientes e o demiurgo é a mais perfeita das causas. Deste modo, o que deveio foi fabricado pelo demiurgo que pôs os olhos no que é imutável e apreensível pela razão e pelo

pensamento. [...] Refletindo, descobriu que, a partir do que é visível por natureza, de forma alguma faria um todo privado de intelecto que fosse mais belo do que um todo com intelecto, e que seria impossível que o intelecto se gerasse em algum lugar fora da alma. Por meio deste raciocínio, fabricou o mundo, estabelecendo o intelecto na alma, e a alma no corpo, realizando deste modo a mais bela e excelente obra por natureza. Assim, de acordo com um discurso verossímil, é necessário dizer que este mundo, que é, na verdade, um ser dotado de alma e de intelecto, foi gerado pela providência do deus (PLATÃO, 2011, p. 95-98).

Na perspectiva platônica, o mundo se originou de um caos primordial destituído de ordem e de forma, sendo moldado pela inteligência demiúrgica de acordo com um finalismo harmonioso e benévolo, segundo modelos ideais passíveis de compreensão por parte do espírito humano. Isso significa que na concepção platônica as partículas elementares que constituem o mundo material são, em si mesmas, estruturas matemáticas. As formas geométricas descritas no *Timeu* não são simples metáforas da realidade, mas sim os elementos ontologicamente constitutivos do mundo material, eternos, imutáveis e gerados pela inteligência perfeita do demiurgo. É importante destacar que na teoria platônica original, a forma e o conteúdo das partículas elementares estão harmonicamente integrados em uma concepção ontológica, pois as estruturas geométricas descritas por *Timeu* são o conteúdo objetivo de toda a realidade material, sendo também a forma matemática assumida por essa realidade material. Os triângulos elementares postulados por Platão são entidades geométricas ideais, e ao mesmo tempo reais, pois constituem toda a matéria existente no universo. Na concepção platônica, as formas geométricas não são representações epistemológicas da realidade, mas sim partículas elementares ideais de caráter ontológico, que constituem a própria objetividade do real. Os triângulos platônicos são formas ideais puras plenamente receptivas que se constituem em estruturas de todos os objetos naturais, sendo o molde que “recebe sempre tudo, e nunca em circunstância alguma assume uma forma que seja semelhante a algo que nela entra” (PLATÃO, 2011, p. 134). A qualidade de combinação dos triângulos em diversas formas geométricas derivadas, que são os poliedros regulares formadores dos quatro elementos fundamentais da natureza, explica a multiplicidade e riqueza do mundo natural: “quando esses triângulos se misturam entre si ou com outros, decorre daí uma variedade infinita. Essa variedade deve merecer a atenção daqueles que tencionam fazer uso de um discurso verossímil sobre a natureza” (PLATÃO, 2011, p. 148). O texto do diálogo *Timeu* é suficientemente claro acerca do significado ontológico das formas geométricas no que se refere a aspectos fundamentais dos processos biológicos do mundo natural:

No tempo em que toda a estrutura do ser-vivo é jovem, quando os seus triângulos são novos, como acabados de sair da oficina, mantêm-se resistentes e coesos mutuamente; embora todo o corpo seja uma composição delicada, visto que foi acabada de gerar a partir da medula e alimenta-se de leite. [...] Mas quando o sustentáculo dos triângulos relaxa em virtude de eles terem disputado muitos confrontos, durante muito tempo e contra muitos inimigos, eles já não conseguem cortar e assimilar nenhum dos triângulos do alimento que entram; mas, pelo contrário, os seus são facilmente divididos pelos que entram do exterior – todo o ser vivo perece, ao ser deste modo dominado; e a esta impressão chamamos “velhice” (PLATÃO, 2011, p. 189-190).

Para Platão, as Ideias ou formas são entidades eternas, perfeitas e absolutas, a partir das quais o demiurgo plasmou o mundo sensível das coisas materiais, que adquirem valor relativo de serem cópias imperfeitas de seus modelos ideais. Mas é fundamental considerar que o conteúdo do mundo sensível não é heterogêneo em relação ao mundo das ideias, pois a própria matéria é formada por triângulos elementares que em si mesmos não são entidades materiais, mas sim, ideias puras. As Ideias platônicas, embora sejam protótipos absolutos, somente acessíveis pelo intelecto, não são simples modelos abstratos das coisas materiais, mas sim seu núcleo ontológico, pois constituem a matéria-prima de que é formada toda a realidade passível de experiência sensível.

Em outras palavras, na perspectiva platônica, a própria objetividade material do mundo sensível é inteiramente constituída por formas geométricas de natureza inteligível, cuja existência é inseparável do intelecto divino. É relevante esclarecer o teor ontológico da cosmologia apresentada no Timeu para que se possa compreender o lugar epistemológico atribuído por Heisenberg à metafísica platônica. A afinidade conceitual entre as formas geométricas de Platão e as equações da física quântica está restrita ao aspecto comum de que em ambos os campos teóricos as partículas elementares são destituídas de materialidade, e encontram expressão adequada apenas sob fórmulas abstratas vedadas aos sentidos e acessíveis apenas pela via intelectual: “assim, em Platão, no limite mais baixo das séries das estruturas materiais, não mais existe efetivamente algo material, mas uma forma matemática, se preferirdes, uma construção intelectual” (Heisenberg, 2017, p. 12). Por outro lado, demonstrando perfeita clareza acerca das implicações profundas subjacentes a uma analogia entre uma metafísica idealista e os conhecimentos da ciência moderna, Heisenberg adverte para a necessária cautela no apontamento de afinidades entre campos teóricos metodologicamente distintos e heterogêneos:

após a comparação da visão moderna da física com a filosofia grega, devemos adicionar um aviso, à guisa de cautela: que essa comparação não leve a mal-entendidos. Há uma enorme diferença entre a filosofia grega e a ciência moderna, que é justamente a atitude empírica desta última. Desde os tempos de Galileu e Newton, baseou-se a ciência moderna no estudo detalhado da Natureza e no postulado segundo o qual só poderão ser aceitas afirmações que foram verificadas ou que pelo menos o possam ser, em princípio, pela experimentação. A ideia de que, graças a uma experiência, se possa isolar certos fenômenos da Natureza, a fim de estudar seus detalhes e descobrir qual é a lei permanente da mudança contínua não ocorreu aos filósofos gregos. (1995, p. 59).

A admiração do físico alemão pelo idealismo platônico sempre esteve restrita à afinidade filosófica entre a metafísica idealista e a teoria quântica, e nesse sentido é muito claro que Heisenberg invariavelmente se expressa como um cientista moderno que se apropria de teorias filosóficas para melhor compreender os fenômenos da física. Para ele, “as asserções da física moderna são expressas, em geral, de maneira mais responsável do que as asserções daquela filosofia” (1995, p. 59). O possível estatuto ontológico da cosmologia platônica somente poderia ser seriamente considerado desde que a teoria especulativa do idealismo se submetesse aos métodos experimentais da ciência. Isso fica evidente quando, ao considerar a tese platônica de que os tetraedros formam as menores partículas de fogo, Heisenberg se pergunta, “será que só simbolicamente estaria a forma do tetraedro associada ao fogo?” (1995, p. 59). De forma coerente com a metodologia experimental da ciência moderna, ele em seguida adverte que somente a prova empírica poderia validar um conhecimento com esse teor: “de que maneira se poderia decidir, experimentalmente, se os átomos de fogo são tetraedros, e não, digamos, cubos?” (1995, p. 60). Nesse sentido, a absorção de teorias idealistas não dá margem a qualquer dúvida acerca da superioridade dos conhecimentos científicos: “essa possibilidade de verificar, experimentalmente, a correção de uma afirmação teórica com grande precisão e nas muitas facetas do objeto experimental, dá um peso enorme àquela afirmação, o que não ocorria na aurora da respeitável filosofia grega” (1995, p. 60). Embora Heisenberg tenha se consagrado como o pesquisador físico que enunciou o princípio mais radicalmente antagônico à concepção clássica e determinista da ciência moderna, isso não implica de forma alguma sua renúncia aos parâmetros metodológicos fundamentais da ciência moderna. Seu relato biográfico sobre os primeiros contatos com a filosofia grega atesta sua prioridade experimental e seu ceticismo em relação à ontologia platônica:

Percorri laboriosamente o texto [de Platão], embora ele me parecesse absurdo. Dizia-se que as partículas mais diminutas da matéria eram triângulos retângulos, que, depois de se combinarem aos pares, formando triângulos isósceles ou quadrados, juntavam-se nos corpos

regulares da geometria dos sólidos: cubos, tetraedros, octaedros e isocaedros. Dizia-se que esses quatro corpos eram a base dos quatro elementos – terra, fogo, ar e água. [...] Como quer que fosse, todas essas ideias me pareceram uma especulação desvairada, talvez perdoável por faltar aos gregos o necessário conhecimento empírico. Não obstante, me entristeceu ver um filósofo da agudeza crítica de Platão sucumbir a tais fantasias (1996, p. 17).

Como bom cientista moderno, Heisenberg denota seu mais inflexível assentimento ao conceito filosófico de substância extensa, que é o fundamento essencial do próprio edifício da ciência moderna. Mesmo que seu princípio de incerteza tenha solapado de maneira incontornável a objetividade forte da ciência newtoniana, seu pensamento permaneceu baseado no pressuposto da existência de uma realidade objetiva dotada de propriedades primárias completamente independentes do sujeito cognoscente. Dentre tais qualidades, como se sabe, a mais fundamental delas é a extensão, que se constitui na determinação mensurável, passível de ser submetida a experimentos de medição mediante instrumentos técnicos. O conceito filosófico de extensão manteve-se imune ao princípio de incerteza de Heisenberg, na medida em que ele é o pressuposto substancial que permite conceber a existência de um mundo material composto de coisas naturais, sejam elas partículas corporais ou ondas, dotado de passividade e receptividade e extenso em comprimento, largura e profundidade. Mesmo que após a teoria da relatividade a matéria tenha de ser forçosamente pensada como concentração de energia em um determinado espaço, e que sua existência objetiva no interior da física quântica somente possa ser traduzida por meio de equações matemáticas, ainda assim a potencialidade da medição permaneceu imune aos parâmetros da objetividade fraca. Dessa maneira, é possível compreender que, sendo a extensão o pressuposto substancial que torna possível a existência de um mundo material independente do sujeito cognoscente, a especulação idealista de Platão somente poderia soar como “fantasia metafísica”.

5. Berkeley e a crítica da extensão como fundamento material

O grande problema sistematicamente negligenciado por Heisenberg e por quase todos os cientistas que alcançaram idêntica consagração, reside na fragilidade filosófica do próprio conceito de extensão, na medida em que ele se fundamenta unicamente na possibilidade de que os objetos materiais possam ser submetidos à medição. O único argumento que fundamenta a existência da extensão está em si mesmo pressuposto na simples possibilidade de que os objetos materiais, sejam eles partículas ou ondas, sejam redutíveis a grandezas matemáticas. A justificativa filosófica do conceito de extensão está pressuposta em si mesma, vale dizer, a extensão pretende ser *causa sui*, pois sua essência já está implicada nas próprias evidências empíricas dela derivadas. Em outras palavras, o emprego da extensão como substância do mundo material implica uma hipótese, ou circularidade viciosa, em que não é possível encontrar um substrato concreto ou objetivo fora do próprio espírito humano que emprega essa noção. A circularidade viciosa que é intrínseca ao conceito de extensão atesta sua natureza puramente especulativa de se constituir como postulado, vale dizer, como proposição cuja substancialidade é indemonstrável empiricamente. Nesse sentido, o apelo dogmático ao conceito de extensão, que se torna incontornável para que as bases da ciência moderna possam ser mantidas, evidencia de maneira clara e distinta seus próprios fundamentos metafísicos: “assim, o nascimento da ciência moderna não demarca uma ruptura para com a Filosofia, sendo, ele mesmo, um movimento filosófico calcado em ‘novos’ pressupostos metafísicos” (SILVA, 2021, p. 288). No início do período moderno, o filósofo empirista Berkeley foi o responsável pela demonstração da inconsistência do conceito de extensão, apresentando o argumento de que o único critério acerca da existência de coisas materiais independentes do sujeito cognoscente são as percepções, que em

si mesmas não possuem outra essência que não seja a de serem qualidade do espírito. Para o filósofo, o que se denomina “mundo material” consiste apenas nas conexões entre os diversos tipos de percepção, mediante as quais o espírito constitui objetos, sub-repitiçionalmente justificados como coisas dotadas de qualidades objetivas primárias. A existência da extensão, ou de uma propriedade substancial e material independente do espírito, é uma das maiores falácias lógicas da história da filosofia, sendo percorrida pelos interlocutores imaginários do filósofo sob termos suficientemente eloquentes para elucidar sua tese imaterialista:

Filonous – Que dizeis? A tal estado chegamos, pois, que a existência dos objetos materiais, em vós, não passa afinal de pura crença, e que a vossa crença é unicamente fundada sobre a mera possibilidade de ela ser verdadeira? E esperais de mim as razões em contrário; porém, outro qualquer acharia razoável que a pessoa a quem a prova incumbe é aquela que sustenta uma afirmativa. [...] Que não há substância, a não ser o espírito, na qual as ideias possam ter existência, isso para mim é uma coisa evidente [...] É pois manifesto que somente o espírito pode ser o *abstractum* de tais qualidades, *abstractum* esse no qual existem, não como um modo ou uma propriedade, mas como uma coisa percebida naquilo que a percebe. Nego que exista, por conseguinte, um *abstractum* impensante dos objetos sensíveis, e que haja, portanto, nessa mesma aceção, substância material (BERKELEY, 1980, p. 74;102).

Quando Berkeley questionou de maneira contundente a existência da matéria como substância fundamental de toda a realidade, sua tese teve como objetivo central uma contestação radical do mecanicismo moderno, notadamente aquele derivado da física newtoniana. O argumento do filósofo é muito preciso ao denunciar a existência independente da matéria como resultado de uma hipótese das sensações, uma vez que a estas é atribuída certa autonomia e qualidade substancial que carece amplamente de justificação lógica. Para ele, o único fundamento substancial da realidade é o espírito humano, cuja demonstração é imediata, intuitiva e dispensa demonstrações acessórias derivadas dos sentidos, pois a própria alma é o fundamento incontestável das sensações. A tese de Berkeley corresponde a uma autêntica implosão do mecanicismo moderno, na medida em que demonstra a inconsistência filosófica da existência de uma estrutura constitutiva das coisas materiais que possa ser independente da substância pensante. Nesse sentido, seu argumento está diretamente relacionado com a crítica posterior empreendida por Hegel aos vários tipos de dualismo que perturbam e impedem a realização da autoconsciência da atividade espiritual. Para Hegel, a concepção de que as coisas materiais possam ser entidades autônomas, existentes em si mesmas e independentes da atividade criadora da consciência, já é o resultado da alienação do espírito, quando este se apega a ilusões materialistas que o impedem de se compreender como sujeito. É importante compreender que no sistema filosófico de Hegel a própria oposição entre um suposto mundo concreto, dotado de objetos materiais amplamente independentes e a atividade espiritual do sujeito cognoscente, não tem consistência ontológica, sendo uma produção da atividade intelectual do mesmo sujeito. Na história moderna, essa separação entre sujeito e objeto é a mais importante realização da secularização operada pela ciência, e isso significa que a autoconsciência do espírito requer a compreensão e aceitação de que não existe conhecimento verdadeiro que não seja mediado pelo desenvolvimento da consciência: “o mundo será hostil e falso enquanto o homem não destruir a objetividade morta e se reencontrar, bem como à sua vida, ‘por trás’ das formas rígidas das coisas e das leis” (MARCUSE, 1978, p. 114).

6. Hegel e autoconsciência do espírito

A maior implicação do sistema hegeliano para uma crítica filosófica da ciência moderna reside em sua interpretação dos processos históricos não como uma sequência de acontecimentos

isolados, mas como processo racional diretamente conduzido pelo movimento teleológico do Espírito Absoluto. A separação entre sujeito e objeto, assim como o pressuposto de que o mundo material seja constituído por coisas extensas e autônomas, se tornaram os pressupostos fundamentais do método consagrado pela ciência moderna, desde Galileu e Descartes. Sob o ponto de vista do sistema filosófico de Hegel, essa concepção da realidade como conjunto de coisas existentes em si mesmas e autônomas em relação à consciência, consiste em ilusão ontológica materialista que deve ser compreendida como etapa necessária a ser superada pela consciência de si do espírito em seu trajeto histórico de autoconhecimento. Mas tal pretensão ontológica do materialismo não deve ser simplificada como erro interpretativo, pois ela contém um núcleo de verdade que é plenamente condizente com seu próprio momento histórico, e mais ainda, com a lei de desenvolvimento racional da consciência de si. Esta não pode pura e simplesmente alcançar o Absoluto sem percorrer as etapas necessárias de seu desenvolvimento, e no tocante à ciência moderna, o equívoco não consiste em conceber o mecanicismo como lei da natureza, mas sim em estendê-lo como pressuposto válido para o ser em si mesmo. “Trata-se, no fundo, de um princípio muito simples: é impossível que a Razão dum ser inteligente não conceba algo que seja real sempre que tiver adquirido uma atitude orientada para essa coisa” (HARTMANN, s/d, p. 331).

Para a devida compreensão dessa dialética imanente ao processo de desenvolvimento da razão na história, é relevante considerar a crítica dirigida por Hegel à interpretação kantiana acerca do intelecto e da razão. Para Kant, o conhecimento científico adquire universalidade e necessidade graças à sua capacidade de sintetizar as intuições empíricas mediante as categorias lógicas, que são as estruturas transcendentais do intelecto. Essa circunscrição da atividade do intelecto ao âmbito dos fenômenos empíricos tem o papel de disciplinar o emprego da razão ao limites cognoscíveis que lhe são adequados. Nesse sentido, ao intelecto é inteiramente vedada a possibilidade de aplicar suas categorias lógicas à realidade metafenomênica da coisa-em-si, pois nesse caso a razão produz ilusões estruturais, dada sua incapacidade de ultrapassar os limites da experiência empírica. Na ótica de Hegel, a incognoscibilidade da coisa-em-si consiste numa transferência apressada dos limites cognitivos do intelecto para a própria capacidade da razão em conhecer a realidade. Para Hegel, a antinomia kantiana entre fenômeno e númeno (coisa-em-si) é uma autolimitação produzida pela própria razão, e sua superação dialética integra o processo de desenvolvimento da consciência de si. A antinomia kantiana entre a capacidade cognitiva de conhecer o mundo, e o que este é em si mesmo, não designa limites intransponíveis da razão, como pretendeu Kant, mas sim uma inadequação estrutural que diz respeito à própria natureza da realidade. Para compreender essa diferença entre os dois filósofos, que tem importância nuclear na presente exposição, é imprescindível considerar que na concepção hegeliana toda tentativa de entendimento da realidade somente pode ser realizada por seres finitos que procuram abarcar uma totalidade infinita: “é essencial para a sua ontologia que todas as coisas finitas estejam em contradição, por serem corporificações finitas do infinito” (TAYLOR, 2014, p. 266). Enquanto na perspectiva filosófica de Kant, a inadequação entre as categorias lógicas do intelecto e a estrutura necessária da realidade diz respeito a um limite intransponível da razão para todo tipo de conhecimento metafenomênico, na perspectiva de Hegel essa antinomia possui caráter ontológico, sendo imanente à realidade em si mesma.

Quando se almeja compreender essa diferença entre Kant e Hegel é importante considerar que para Hegel os conceitos não são simples instrumentos do intelecto por meio dos quais um sujeito cognoscente procura entender uma realidade rigidamente oposta e separada dele mesmo. Para melhor entender a perspectiva hegeliana, é importante lembrar a advertência de Berkeley acerca da impossibilidade da existência de um substrato material das coisas sensíveis, uma vez que somente o espírito pode ser o fundamento substancial de toda a realidade. A antinomia

kantiana entre intelecto e realidade nomeia, sob parâmetros filosóficos ainda insuficientes, uma contradição que pertence à realidade em si mesma, e que remete à negatividade essencial do próprio ser. O Espírito Absoluto, ou *Geist*, deve ser concebido não como um Deus transcendente e apartado do mundo, mas sim como uma totalidade dinâmica cuja existência se identifica integralmente e de maneira infinita com tudo o que existe no tempo e no espaço. Se o universo não é uma coisa-em-si separada do sujeito, mas sim expressão de um espírito infinito que é sujeito cósmico corporificado em entidades finitas, o homem se torna uma subjetividade que é veículo privilegiado de realização da própria consciência de si de Deus. A concepção peculiar de Hegel sobre Deus integra aspectos compatíveis com a transcendência, pois há uma necessidade racional que determina horizontes teleológicos de existência, mas também integra aspectos compatíveis com a imanência, uma vez que todo o universo é corporificação do Espírito Absoluto. O teísmo hegeliano contempla uma concepção do universo como projeto divino de um ser transcendente, mas ao mesmo tempo, “não pode admitir um Deus que pudesse projetar este mundo a partir de fora, que pudesse existir antes e independentemente do mundo” (TAYLOR, 2014, p. 128). O Absoluto é sujeito, substância viva “que está eternamente criando as condições de sua própria existência” (TAYLOR, 2014, p. 128). Sendo a subjetividade humana o veículo por excelência de realização da consciência de si do Espírito Absoluto, isso implica na existência de um estado de negatividade que afeta o próprio sujeito absoluto, uma vez que sua vida infinita e ilimitada é corporificada racionalmente em entidades finitas. Na perspectiva filosófica de Hegel, a própria concepção da realidade como uma totalidade de coisas mecânicas extensas, independentes e separadas do sujeito cognoscente já é resultado da condição de negatividade essencial de uma humanidade primitivamente educada na perspectiva da razão. Isso se explica pelo fato do Espírito Absoluto também existir sob condições defasadas em relação a seus horizontes teleológicos, uma vez que está corporificado em entidades finitas que vivem em uma realidade cercada por coisas finitas. O Espírito Absoluto é “unidade de espírito e matéria, pensamento e extensão; e, não obstante, no mundo, os seres pensantes deparam-se com a realidade exterior como algo diferente” (TAYLOR, 2014, p. 130).

Como se sabe, desde a revolução científica, no início do período moderno, a concepção do mundo natural como universo dotado de coisas extensas e completamente independentes do sujeito foi complementada por uma noção de objetividade inteiramente fundamentada na clareza e distinção matemáticas. A crítica central endereçada por Hegel à matematização do mundo diz respeito ao caráter extrínseco das fórmulas e números para expressar o conteúdo concreto da realidade. Após a composição de um cenário ilusório de coisas extensas e independentes, a ilusão da consciência é complementada pela formulação de leis físicas universais que supostamente determinariam um conhecimento objetivo. O grande problema é que tanto o pressuposto da existência de um mundo de coisas apartado do sujeito, quanto a possibilidade de seu conhecimento objetivo por meio de fórmulas matemáticas, são produções do próprio sujeito, destinadas a alimentar sua ilusão de que quanto mais afastado ele estiver da “realidade concreta”, maior será o teor de objetividade do conhecimento. A inadequação da matemática para o conhecimento do mundo transparece na crítica pioneira de Hegel à concepção de objetividade subjacente à física newtoniana. O principal mérito de Newton consistiu em unificar a diversidade qualitativa dos fenômenos físicos sob a unidade de uma única lei, dotada de universalidade e necessidade, e a esse respeito a formulação da gravitação universal representa sua mais expressiva realização. Embora Newton tenha sido o responsável pela concepção daquilo que os físicos posteriormente batizaram como “objetividade forte”, dados seus parâmetros realistas e deterministas, sob o ponto de vista hegeliano, as leis newtonianas enunciam fórmulas matemáticas abstratas que permanecem extrínsecas à pluralidade empírica dos fenômenos naturais. Estes são internamente constituídos por manifestações fenomênicas intrinsecamente qualitativas, às quais o intelecto procura dotar

de inteligibilidade mediante sua redução ao que Hegel denomina “mundo calmo das leis”, ou seja, um conjunto de constantes matemáticas universais correspondentes aos fenômenos da natureza. O “mundo calmo das leis”, orgulhosamente qualificado como objetividade forte, para Hegel nada mais é que um conjunto de procedimentos artificiosos pelos quais o intelecto produz um formalismo tautológico que sacrifica a diversidade qualitativa dos fenômenos naturais. O “mundo calmo das leis” “enuncia somente o modo de se relacionar de grandezas envolvidas em modelos de processos, fazendo abstração das próprias relações efetivas entre os verdadeiros elementos implicados na ação” (MARTINHO, 2010, p. 114).

Em sua crítica da física newtoniana, Hegel expõe as consequências lógicas acerca do caráter artificioso de um conceito de objetividade fundamentado na concepção de um mundo natural dotado de coisas autônomas e subsistentes em si mesmas. Ao procurar traduzir a instabilidade fenomênica desse universo coisista sob categorias matemáticas, o intelecto nada mais faz que manipular grandezas numéricas acerca de uma realidade produzida por ele mesmo, e nesse sentido a tautologia se torna incontornável. Assim, embora a física newtoniana almeje a tradução matemática de uma suposta ontologia materialista e mecanicista, seu formalismo tautológico atesta a incapacidade da ciência moderna em reconhecer a própria consciência como elemento fundamental de mediação da realidade fenomênica. O sucesso da ciência moderna no trabalho de converter os fenômenos da natureza em leis e constantes matemáticas é tributário de uma noção de objetividade fundamentada na mais absoluta anulação da presença do sujeito na análise da realidade. Essa separação rígida entre sujeito e objeto consagra a opacidade da realidade perante um sujeito incapaz de reconhecer a si mesmo como o verdadeiro substrato de tudo o que é real. Para Hegel, o rigor matemático afasta a ciência do movimento concreto do mundo, pois o domínio das quantidades numéricas impede a compreensão do automovimento da consciência, expressando formas destituídas de conteúdo. O realismo determinista da chamada objetividade forte da ciência clássica encobre uma concepção equivocada de saber objetivo, que necessita autoreflexão: “afastemos, portanto, o mal-entendido habitual de se considerar a busca fenomenológica pelo saber absoluto como uma pretensão de esquadrihar toda a extensão da realidade até exauri-la definitivamente para a razão” (MARTINHO, 2010, p. 120). É justamente esse esquadrihamento obsessivamente empreendido pelas faculdades intelectivas que veta à consciência a compreensão do quanto ela mesma está implicada na produção da objetividade. Hegel explicita o significado filosófico dessa concepção de objetividade quanto à sua relação com o ser:

O formalismo da filosofia da natureza pode ensinar que a inteligência é a eletricidade, ou que o animal é o nitrogênio, ou então igual ao sul ou ao norte; ou representar isso tão cruamente como aqui se exprime, ou temperá-lo com mais terminologia. A incompetência poderá se sentir atônita ante uma força tal que congrega aparências tão distantes uma da outra; ante a violência que sofre o mundo sensível através dessa vinculação que lhe dá assim a aparência de um conceito – embora sem exprimir o que há de mais importante: o conceito mesmo ou significado da representação sensível. [...] O instrumento desse monótono formalismo não é mais difícil de manejar que a paleta de um pintor sobre a qual só houvesse duas cores, digamos, o vermelho e o verde, usadas conforme se exigisse para colorir a tela, pintando com uma delas cenas históricas, e com a outra, paisagens. [...] Revestindo tudo o que é celeste e terrestre, todas as figuras naturais e espirituais com um par de determinações do esquema universal, e dessa maneira organizando tudo – o que esse método produz não é nada menos que um ‘Informe claro como o Sol’ sobre o organismo do universo, isto é, uma tabela semelhante a um esqueleto, com cartõezinhos colados, ou uma prateleira de latas com suas etiquetas penduradas num armazém. A tabela é tão clara quanto os exemplos acima; mas como no esqueleto a carne e o sangue foram retirados dos ossos, e como nas latas estão

escondidas coisas sem vida, assim também na tabela a essência vida da Coisa está abandonada ou escondida (2002, p. 56-57).

7. Considerações finais

Conforme abordamos anteriormente, a valorização do platonismo por Heisenberg foi motivada por razões de natureza teórica e prática. Os motivos teóricos estão relacionados à validade do dualismo entre onda e partícula para todas as entidades constituintes da matéria. E os motivos práticos se justificam pela constatação empírica da energia como substância do mundo material. Porém, ainda que a física quântica tenha tornado obsoleta a concepção coisista e atomista acerca da substância material, sua recepção da cosmologia platônica não significou que ele tenha atribuído ao formalismo matemático qualquer dignidade ontológica. A aceitação da metafísica platônica restringe-se a limites epistemológicos que autorizam somente discretas afinidades conceituais entre as equações da física quântica e as formas geométricas descritas no *Timeu*. Heisenberg permaneceu fiel ao realismo consagrado pela ciência ocidental, endossando sem reservas a separação entre o sujeito cognoscente e o mundo material dotado de entidades extensas e autônomas. É justamente por esse motivo que o sistema filosófico de Kant desempenha um papel central, pois permite ao físico uma interpretação epistemológica da física quântica. Mesmo que Heisenberg atribua inteligibilidade à coisa-em-si kantiana, concebendo-a como forma passível de expressão sob o formalismo matemático, a este permanece subjacente um substrato maciço e objetivo que se mantém inobservável. Esse substrato numênico representa para ele o conteúdo substancial e ontológico da realidade, sendo formado por energia potencialmente sujeita a assumir formatos ondulatórios ou corpusculares: “a matéria origina-se quando a substância energia é convertida na forma de uma partícula elementar” (HEISENBERG, 2017, p. 23). Assim, mesmo que o físico tenha abalado decisivamente as estruturas do edifício da ciência moderna, sua reflexão se manteve filosoficamente fundamentada na concepção de uma realidade objetiva existente em si mesma, constituída por energia eletromagnética, e dotada de qualidades primárias independentes do sujeito cognoscente. Esse é o ponto em que Heisenberg estende sua reflexão aos limites máximos da objetividade científica, porém se contenta com uma resposta disciplinadamente restrita pelo conceito kantiano de coisa-em-si, aceitando o conselho do filósofo de Königsberg de que “nós devemos por necessidade nos contentar com a ilha que habitamos e que não existe em outra parte um terreno sólido para construir uma casa” (REALE E ANTISERI, 1990, p. 893).

A conclusão de Berkeley, que implode o mecanicismo moderno, e define o espírito como fundamento ontológico e substancial da realidade, tornou-se um dos pontos de partida para entendermos o idealismo absoluto de Hegel. Como se sabe, o filósofo alemão não dialoga explicitamente com Berkeley, dedicando-se a apontar a inconsistência da coisa-em-si kantiana, a partir da crítica à antinomia entre fenômeno e númeno, que para ele representa uma autolimitação da própria razão. Em termos hegelianos, a separação kantiana entre sujeito e objeto implica em um dualismo entre a forma (as categorias sensíveis e intelectivas do sujeito) e o conteúdo (a coisa-em-si), porém essa dicotomia deve ser compreendida como uma etapa a ser superada pela consciência de si em seu processo de realização. Para Hegel, a forma (o mundo calmo das leis) e o conteúdo (a instabilidade fenomênica) estão unificados no Conceito, entendido não em termos kantianos, como simples instrumento cognitivo do sujeito, mas em significado ontológico, como realidade em si mesma. A realidade empírica não é um conteúdo ontológico que o intelecto procura entender mediante categorias *a priori*, pois ela é posta pelo sujeito, emanando da atividade do espírito por necessidade racional.

Sob o ponto de vista hegeliano, não faz nenhum sentido compreender a realidade a partir de um dualismo entre o sujeito cognoscente e a matéria bruta captada pelos sentidos, uma vez que a própria concepção de uma coisa-em-si independente das percepções sensíveis já é resultado da abstração que a consciência realiza em relação à sua própria atividade. Nas palavras do próprio filósofo, “fica patente que por trás de assim chamada cortina, que deve cobrir o interior, nada há para ver, a não ser que nós entremos lá dentro, - tanto para ver como para que haja algo ali que possa ser visto” (HEGEL, 2002, p. 132). Na medida em que o pensamento de Heisenberg permaneceu restrito à delimitação kantiana entre forma e conteúdo, a cosmologia platônica somente poderia ser absurda para ele, pois nela as partículas elementares da realidade são em si mesmas estruturas geométricas emanadas da mente do Demiurgo, e teleologicamente voltadas para a realização de um projeto cósmico inteligente e benévolo. A centralidade da consciência, que se tornou um dos temas centrais da física quântica, desde os trabalhos da Escola de Copenhague, contém de maneira implícita uma inesperada conexão entre o idealismo absoluto de Hegel e a ciência, pois implica na valorização do sujeito cognoscente como horizonte necessário de uma reflexão situada para além dos limites experimentais da atividade científica. Mas quando o método experimental é estendido a seu limite máximo mediante os experimentos quânticos, o que se apresenta não é a incognoscibilidade da coisa-em-si, mas sim a unificação entre forma e conteúdo, evidenciando que o momento histórico da pesquisa quântica significa uma etapa de desenvolvimento da consciência de si como núcleo ontológico da realidade. Heisenberg envidou todos os esforços possíveis para contornar o que seria um contrassenso monumental no campo da ciência, vale dizer, para evitar a redução dos componentes elementares da realidade à concepção literal de simples expressões matemáticas. Sua representação dos fenômenos quânticos por meio do formalismo matemático preservou como conteúdo da realidade a objetividade material enquanto substrato de energia inacessível à observação direta, e, portanto, equivalente à coisa-em-si kantiana. Sob o ponto de vista hegeliano, essa dicotomia entre forma e conteúdo consiste justamente em dualismo a ser superado no interior do processo de autoconhecimento da consciência. Para o filósofo, a concepção de uma coisa-em-si inacessível à consciência é um artifício pelo qual a mente cognoscente posiciona a realidade para além de seu próprio alcance. Para a superação desse abismo entre forma e conteúdo é preciso muito menos do que declarar a incognoscibilidade da coisa-em-si: “a grande astúcia é que as coisas sejam como são, não se tem de ir além delas, mas tomá-las simplesmente em sua fenomenalidade, em vez de pô-las como coisas-em-si” (HYPPOLITE, 1999, p. 140).

O giro idealista proposto no presente artigo não se justifica somente pelos aspectos epistemológicos e ontológicos suscitados pela física quântica, pois sua principal relevância é de natureza ética. A reflexão acerca dos fenômenos quânticos, sendo alicerçada pelos horizontes idealistas do pensamento de Hegel, tem o efeito não somente de situar a consciência em um lugar ontológico central, mas também o de possibilitar que o trabalho científico esteja alinhado com o progresso humanitário, não sendo irrefletidamente reduzido ao domínio instrumental da natureza. A esse respeito, diversos trabalhos da Escola de Frankfurt se dedicaram à crítica da instrumentalização da razão, denunciando as consequências trágicas e sombrias da identificação exclusiva do progresso da ciência com a produtividade técnica. Para Max Horkheimer, quando a ciência é reduzida à organização e classificação de dados técnicos, sem que estes sejam subordinados a uma reflexão especulativa acerca de uma concepção sobre o destino humano, o próprio progresso se torna instrumento de desumanização. Na medida em que a ciência se identifica com a simples expansão do domínio técnico irrefletido da natureza, a reflexão ética acerca das verdadeiras necessidades da humanidade é declarada obsoleta e improdutivo: “a afirmação de que a justiça e a liberdade são em si mesmas melhores que a injustiça e a opressão é cientificamente inverificável e inútil” (HORKHEIMER, 2015, p. 32). A contradição dialética que

afeta o desenvolvimento da ciência e da técnica nas sociedades ocidentais exige uma reflexão filosófica acerca dos objetivos e dos valores que devem presidir a produtividade técnica, para que o próprio conceito de progresso se identifique com o aumento da consciência da liberdade: "o resultado do progresso consiste aqui na humanização progressiva dos homens, no desaparecimento da escravidão, do arbítrio, da opressão e do sofrimento. Podemos chamar humanitário a esse conceito qualitativo de progresso" (MARCUSE, 2001, p. 113). O impulso humano de conhecimento do mundo supõe um objetivo muito mais profundo que o simples domínio instrumental da natureza visando à autoconservação. Trata-se da realização do Absoluto como sujeito, sendo esta uma meta que pode ser adequadamente denominada como teleologia da consciência de si, que aponta para a existência de uma estrutura finalística que se realiza pela mediação da corporificação do Espírito Absoluto em entidades finitas. Esse objetivo expressa a própria consumação da autoconsciência do espírito, sendo plenamente traduzido pela realização das potencialidades da subjetividade livre, racional e autoconsciente. É dessa forma que a própria razão poderá ser separada de uma concepção instrumental e coisista, para ser concebida em relação indissociável com os horizontes de liberdade, bondade e felicidade que presidem à realização da autoconsciência do espírito.

Embora Heisenberg tenha sido o cientista responsável pela formulação de um conceito radicalmente antagônico ao determinismo da objetividade forte, o dualismo entre forma e conteúdo espelha a circunscrição de sua reflexão filosófica aos limites empiricistas impostos pela ciência moderna. Sua atividade científica e reflexiva contém elementos potencialmente transgressores das bases da ciência ocidental, os quais não foram suficientemente desenvolvidos não apenas porque Heisenberg era um cientista antes de ser um filósofo, mas também porque seu trabalho se manteve delimitado pela separação entre sujeito e objeto que caracteriza o desenvolvimento do espírito no momento histórico atual. O emprego da razão pura kantiana por Heisenberg deve ser compreendido não apenas como opção teórica no campo filosófico, mas principalmente como reflexo da condição atual do desenvolvimento da autoconsciência do espírito, que somente é capaz de assimilar a cosmologia platônica desde que ela seja considerada "especulação desvairada". Entretanto, quando suas conclusões filosóficas são pensadas nos horizontes conceituais do idealismo de Hegel, a rigidez dos limites kantianos é confrontada com uma concepção de realidade que não deve ser vista como uma gigantesca totalidade de coisas subsistentes e autônomas, mas sim como corporificação do Espírito Absoluto em entidades finitas. A principal potencialidade contida na análise da centralidade da consciência nos fenômenos quânticos consiste em considerar e valorizar o horizonte finalístico como esfera imanente ao desenvolvimento da ciência. Nessa linha interpretativa, a consciência humana é o veículo privilegiado de realização do Espírito Absoluto. A centralidade da consciência constatada nos estudos quânticos supõe deixar de conceber a realidade como totalidade radicalmente separada do sujeito, o que implica na superação da concepção coisista e mecanicista de realidade que caracteriza a ciência moderna. Por sua própria natureza intrinsecamente espiritual, a consciência é potência negativa animada pelo desejo essencial de superar a estranheza de uma realidade que aparenta ser subsistente em si mesma. A teleologia da consciência visa o afastamento "da aparência colorida do aquém sensível, e da noite vazia do além supra-sensível, para entrar no dia espiritual da presença" (HEGEL, 2002, p. 142).

Referências

- BALSAS, A. Física quântica e realidade. *Revista Portuguesa de filosofia*, 55, n. 1-2. Braga, Faculdade de Filosofia, 1999.
- BERKELEY, G. *Três diálogos entre Hylas e Filonous*. São Paulo, Abril cultural, 1980.
- CABRAL, J.E.G. *Entre a matéria e a forma: o problema da objetividade nos fenômenos quânticos em Werner Heisenberg*. Natal, UFRN, 2019.
- CHIBENI, S.S. Certezas e incertezas sobre as relações de Heisenberg. *Revista Brasileira de ensino de física*. São Paulo, v. 27, n. 2, 2005.
- HARTMANN, N. *A filosofia do idealismo alemão*. Lisboa, Fundação Caloste Gulbekian, s/d.
- HEGEL, G.W.F. Fenomenologia do Espírito. Petrópolis, Vozes, Bragança Paulista, USF, 2002.
- HEGEL, G.W.F. *Ciência da lógica: 3 – A doutrina do conceito*. Petrópolis, Vozes, Bragança Paulista, USF, 2018.
- HYPOLITE, J. *Gênese e estrutura da fenomenologia do espírito de Hegel*. São Paulo, Discurso Editorial, 1999.
- HEISENBERG, W. *Física e filosofia*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1995.
- HEISENBERG, W. *A parte e o todo*. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.
- HEISENBERG, W. A descoberta de Planck e os problemas filosóficos da física moderna. In: BORN, M. et. al. *Problemas da física moderna*. São Paulo, Perspectiva, 2017.
- HORKHEIMER, M. *Eclipse da razão*. São Paulo, Editora da Unesp, 2015.
- KRAUSE, D. *Física e ontologia*. Discusiones filosóficas, ano 9, n. 12, 2008.
- MARCUSE, H. *Razão e revolução*. Rio de Janeiro, Zahar, 1978.
- MARCUSE, H. A noção de progresso à luz da psicanálise. In: MARCUSE, H. *Cultura e psicanálise*. São Paulo, Paz e Terra, 2001.
- MARTINHO, A.B. A gravitação universal como lei geral do entendimento na crítica hegeliana à fundamentação da ciência moderna. In: UTZ, K.; SOARES, M.C. (orgs.). *A noiva do espírito: natureza em Hegel*. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2010.
- MATSSURA, O. T. *Timeu: a cosmologia de Platão*. São Paulo, Ed. do autor, 2019.
- PLATÃO. *Timeu*. Trad.: Rodolfo Lopes. Coimbra, Universidade de Coimbra, 2011.
- TAYLOR, C. *Hegel – sistema, método e estrutura*. São Paulo, Isto é, 2014.
- SILVA, V.S. *Filosofia natural, física teórica e metafísica: da física dos filósofos antigos à filosofia dos físicos modernos*. Palmas, Perspectivas, vol. 6, n. 1, 2021.
- SILVA, V.S. *A interpretação filosófica da mecânica quântica de Werner Heisenberg: ontologia matemática e crise nos fundamentos da lógica clássica*. Rio de Janeiro, UERJ, 2012.

Autor(a) para correspondência / Corresponding author: Sinésio Ferraz Bueno. sinesioferraz@yahoo.com.br