

A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DA MECÂNICA QUÂNTICA E A DESCONSTRUÇÃO DA ONTOLOGIA MATERIALISTA

The Philosophy of Science of Quantum Mechanics and the deconstruction of materialist ontology

Vinicius Carvalho da Silva¹

Resumo: A mecânica quântica empreendeu a substituição do materialismo científico, por uma visão cada vez mais “formal” da natureza, dentro da qual a própria matéria seria uma consequência física de um outro estado natural que precede o nível das partículas subatômicas, constituído por relações de simetrias, forças e processos, para além das possibilidades observacionais, e ao alcance, tão somente, da reflexão racional pura. Além disto, a Física Contemporânea trabalha com conceitos e problemas filosóficos de extrema importância, como “Causalidade”, “Origem da Matéria”, “Constituição do Cosmos”, “Limites e Possibilidades do Conhecimento”, “Objetividade”, e “Determinismo”, de modo que uma investigação filosófica deste campo científico tão marcado pela Filosofia faz-se muito relevante para compreendermos a atual visão que a ciência tem da natureza e qual a filosofia subjacente à física contemporânea.

Palavras-Chave: Ontologia, Epistemologia, Física Contemporânea

Summary: Quantum mechanics undertakes to replace scientific materialism by a progressively "formal" vision of nature, according to which the matter itself would be a physical consequence of another natural state that precedes the level of subatomic particles, consisting of symmetries, forces and processes relations, beyond the observational possibilities, and that may only be understood by pure rational reflection. Moreover, the contemporary Physics deals with philosophical concepts and problems of extreme importance, like "Causality", "Origin of Matter", "Constitution of the Cosmos", "Possibilities and Limits of Knowledge", "Objectivity" and "Determinism", so that a philosophical investigation of this scientific field so much marked by the philosophy is very important to understand the current view that science has of the nature and what philosophy of contemporary physics sustains it.

Keywords: Ontology, Epistemology, Contemporary Physics

Do materialismo moderno ao formalismo científico contemporâneo

Em *A Parte e o Todo e Física e Filosofia*, Heisenberg narra a transição de seu pensamento, de uma filosofia lógico-positivista e materialista, para uma nova visão, na qual a matéria perde em importância ontológica, deixando de ser vista como o fundamento de toda realidade, e o experimentalismo radical perde em importância metodológica, deixando

¹ Mestrando em Filosofia da Ciência pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, com estudos pela UFRJ, bolsista CAPES. É professor de Filosofia e Sociologia do Centro Educacional de Itaipava, Petrópolis-RJ.

de ser encarado como via obrigatória para o conhecimento científico. Um episódio fundamental nesse processo foi uma conversa travada com Einstein. Também Einstein havia sido bastante influenciado pela filosofia machiniana em seu trabalho científico, como na elaboração da relatividade. Segundo Ernest Mach, poderíamos considerar “real” somente o que pudéssemos de fato observar. Deste modo, para Mach, os átomos eram apenas modelos representacionais de descrição da natureza, mas não existiam de verdade, pois nunca ninguém vê um átomo. O que vemos, no máximo, são seus rastros em detectores, como câmeras de gás, ou percebemos que os fenômenos físicos e químicos com os quais nos deparamos, encontram explicação no modelo atômico.

Na verdade, aqui cabe uma longa discussão. Afinal, o que constitui uma observação válida? Será que observarmos algo, é vermo-lo diretamente? Será que o único modo de sabermos se uma casa é habitada, por exemplo, é vermos o seu morador em carne e osso? Fumaça escapando pela chaminé, denotando o fogão ligado, as luzes dos cômodos acesas, roupas nos varais, não seriam efeitos produzidos necessariamente por uma pessoa, de modo que se os vemos, sabemos que tal pessoa existe, simplesmente porque um agente causal tem de existir a fim de explicar a existência daqueles efeitos? Para muitos, ver os rastros deixados por partículas numa câmera de gás, ou constatar que certos fenômenos físico-químicos se dão exatamente como a teoria atômica prevê, constitui evidência que o átomo é mais que um modelo, é uma realidade. Outro debate é saber se entre nossos modelos atômicos e os átomos em si, há concordância ou discrepância. Vale ressaltar que qualquer tentativa gráfica ou matemática de representação dos átomos serve apenas como modelos representacionais acerca da natureza dos mesmos. Os átomos, como os representamos, são muito mais conceitos, do que representações fiéis de estruturas reais.

Afinal, algo que estava em jogo, no interior deste debate era, por um lado o próprio método científico, e por outro, a validade da visão materialista de mundo. Ciência é somente o que une observação e teoria, se pensava, e somente se pode observar o que for material. Mas outros apontavam, como Einstein o fez a Heisenberg, que, já que ciência é uma investigação a cerca da natureza, e que se, nas suas entranhas mais profundas, a natureza não se permitir observar, mas apenas ser investigada racionalmente, utilizando a matemática como instrumento, então, nestes casos extremos, a ciência há de ser pura reflexão teórica. Obviamente tal abordagem vai à direção oposta ao experimentalismo radical presente na Filosofia da Física de Ernest Mach, para o qual, como já dissemos, somente é real o que é observável. A citação do professor Kaku, ilustra bem este ponto:

“... observamos que no início da década de 1920 alguns cientistas ainda mantinham séria reserva com relação à existência de “átomos”. O que não podia ser visto ou medido diretamente no laboratório zombavam eles, não existia”.²

Notamos nesta citação uma clara alusão à filosofia machiniana, que exerceu grande influência na comunidade científica de sua época, coisa que tratamos acima. Mas o próprio professor Kaku, ressalta a ruptura entre a mecânica quântica e a filosofia de Mach, por meio da qual o experimentalismo perde status em detrimento da reflexão teórica:

Mas na altura de 1925 e 1926, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg e outros já haviam desenvolvido uma descrição matemática quase completa do átomo de hidrogênio. Com precisão devastadora, eles podiam explicar agora quase todas as propriedades do átomo de hidrogênio a partir da matemática pura.³

É relevante que, tanto a mecânica quântica, representada por Bohr, Heisenberg, Schrödinger, Pauli, Dirac, entre outros, quanto a relatividade, por Einstein, estão marcadas, em seus primórdios, por essa nova tendência em ciência: considerar a experimentação importante e necessária, sim, mas elevar o pensamento puro, que utiliza a matemática e a lógica como instrumentos, a um nível, somente comparado em importância ao que os filósofos mais antigos deram à razão. Ou seja, tanto para a mecânica quântica, quanto para a relatividade, a experimentação está limitada por determinadas fronteiras que só o pensamento pode penetrar. A teoria já não está mais subordinada à experimentação, pois determinados fenômenos e escalas da natureza não podem ser observadas. O único tratamento que podemos dar a elas, é matemático, como ocorre no caso das relações de incerteza, nos quais a trajetória de um elétron jamais pode ser observada, somente calculada probabilisticamente, que são casos limite, além dos quais, a observação deixa de ser possível, e somente o puro pensamento racional, utilizando-se da matemática, pode ser utilizado, como o defendia Einstein:

Naturalmente a experiência se impõe como único critério de utilização de uma construção matemática para a física. Mas o princípio fundamentalmente criador está na Matemática. Por conseguinte, em certo sentido, considero verdadeiro e possível que o pensamento puro apreenda a realidade, como os Antigos o reconheciam com veneração.⁴

Essa visão de que a matemática seria o instrumento “por excelência” de descrição das camadas essenciais da natureza, (ou mesmo sua “essência”) é por certo uma

² KAKU, M. *Hiperespaço*. Rio de Janeiro, Rocco, 2000, p 131.

³ Idem.

⁴ EINSTEIN, A. *Como eu vejo o mundo*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1981, p 150-151.

concepção filosófica antiga muito presente nas escolas de Pitágoras (filósofo pré-socrático) e Platão, como podemos verificar nas citações que seguem:

O próprio sentido moderno da palavra teoria, como conquista intelectual construída a partir do conhecimento matemático, começa a ser elaborado a partir do pitagorismo. (...) A Escola Pitagórica dedicou-se ao estudo da Matemática e a fez progredir bastante. Para os pitagóricos, o princípio de todas as coisas seria a *Matemática*, e, por conseguinte, também sua essência, os *números*.⁵

Sobre a concepção de Platão a citação abaixo nos chama atenção para um ponto: Se estamos apresentando a influência da Filosofia de Platão sobre o empreendimento físico de Heisenberg, os professores Caruso e Oguri nos lembram que, a idéia platônica de que a natureza emerge de uma profunda simetria, influenciou diretamente outros avanços fundamentais da física, que seriam as obras de Copérnico, de Kepler, e a concepção contemporânea de partículas elementares, os *quarks*. Sabemos que os *quarks* nunca foram e não podem ser observados isoladamente, mas ainda assim, apresentada por meio de um formalismo matemático elegante e capaz de explicar fenômenos subatômicos, a tese dos *quarks* valeu o prêmio Nobel de Física ao seu elaborador, o físico norte-americano Murray Gell Mann.

(...) esse período clássico da filosofia grega caracteriza-se, em linhas gerais, pela presença do ideal de *Cosmos* e pela convicção de que a ordenação da variedade infinita das coisas e eventos possa (e deva) ser alcançada racionalmente. Portanto para os pensadores gregos, a compreensão da Natureza, passa necessariamente pela busca de um tipo de ordem o que, por sua vez, requer o reconhecimento do que é igual, do que é regular, ou ainda, da capacidade de reconhecer *simetrias*: tudo em busca de uma *Unidade*. (...) essa unidade era (...) *Geometria* para Platão. Dois exemplos podem evidenciar a relevância do ideal platônico de geometrizar a Natureza na história da Física. O primeiro é que a valorização implícita da simetria terá grande impacto na Astronomia do século XVI. O segundo exemplo de influência platônica, relacionado à concepção moderna da estrutura da matéria, é a introdução de novos constituintes da matéria nuclear, os *quarks*(...)⁶

E ainda:

Postulados, de início, como entidades matemáticas mnemônicas nos trabalhos dos físicos norte-americanos Murray Gell Mann e George Zweig da década de 1960, os *quarks* guardam uma forte analogia com os triângulos de Platão (...) Partículas observadas diretamente na natureza, como o próton e o nêutron, e outras, produzidas em laboratório, seriam constituídas de partículas não-observáveis, cujas existências teriam origem em princípios formais de simetria, portanto em princípios

⁵ CARUSO, F & OGURI, V. *Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2006, p 10.

⁶ Idem, p.12-15

puramente matemáticos. Com relação a essa idéia de Gell Mann que, aliás se mostrou muito frutífera, pode se referir às palavras de Heisenberg: *Nossas partículas elementares são comparáveis aos corpos regulares do Timeu de Platão. São os modelos originais, a idéia de matéria.*⁷

Atualmente, os quarks que nasceram como idéias matemáticas, são considerados de fato partículas, embora nenhum quark possa ser observado isoladamente. Prótons e Nêutrons são formados, cada qual, pela união de três quarks. Em uma colisão de partículas, podemos observar muitos traços deixados nos detectores pela passagem de alguns quarks, mas um quark em si, como partícula elementar da natureza, não pode ser observado. É como diz Heráclito no fragmento 123: “*A natureza ama esconder-se*”.

Uma outra ressonância da filosofia platônica na ciência contemporânea é a importância de sua valorização das formas geométricas, para a Química e a Biologia. Para que haja vida, por exemplo, não é importante apenas que haja determinados elementos químicos, mas é fundamental a própria estrutura destes elementos, tanto geométrica (como sabemos, os átomos ligam-se em formas geométricas formando moléculas) quanto topológica (é imprescindível que a estrutura geométrica das moléculas se forme em três dimensões, como no espaço do mundo físico, e não em duas dimensões, como nas folhas de um livro).⁸ Em analogia com a importância tetraédrica para a constituição da natureza, no *Timeu* de Platão, temos a importância da estrutura tetraédrica do carbono para o fenômeno da vida, na Química e na Biologia contemporânea.

Penso que, Heisenberg, quando nos faz ver essa teia profunda de conceitos matemáticos abstratos, matriz de toda natureza, não está a dizer que existe um nível que preceda e cause o universo material, formado por números, fórmulas e equações (essa seria uma leitura ingênua do pitagorismo). Números e fórmulas e equações são os modos pelo qual o processo cognitivo humano se desdobra em racionalização da natureza, representando as forças, relações e fenômenos que vemos no mundo natural. O que Heisenberg está dizendo, é que a natureza, o mundo material, emerge segundo uma ordem, segundo relações, simetrias, enfim, segundo leis, sem as quais o mundo material sequer poderia existir, e que tais leis que lhes são imanentes, são leis abstratas, sem materialidade. Não se pode “*pesar*”, observar uma lei, ela mesma, mas somente seus efeitos. Ou seja, ninguém vê a lei da gravidade, mas tão somente sua aplicação à matéria. A gravidade em si, é um princípio organizador da matéria, mas sem materialidade, embora se postule a

⁷ Ibidem, p.69-70.

⁸ CARUSO, F & OGURI, V. *Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2006, p 18.

existência dos grávitons, partículas mensageiras da força gravitacional. Mas a existência de tal partícula em nada abalaria tal tese, assim como a existência dos fótons, partículas mensageiras da força eletromagnética, não confere materialidade ao princípio organizador pelo qual o eletromagnetismo existe.

O que é material são os processos eletromagnéticos, mas o “porquê” de tais processos existirem, remonta ao período cosmológico em que as quatro grandes forças, força forte, fraca, eletromagnética e gravitacional, estavam unidas. Mais uma vez, o nascimento das quatro grandes forças que governam o mundo material, possui uma causa matemática: a quebra de simetria entre tais forças. Obviamente, se pode alegar que a causa desta quebra de simetria é física, se devendo a alguma alteração no quadro geral da matéria cósmica, e *ad infinitum*, também se pode postular que essa causa física possui uma causa matemática. Mas, não é possível retroceder na cadeia causal infinitamente sem chegarmos a um primeiro motor, que em nosso caso, segundo os modelos mais aceitos da cosmologia contemporânea, é um ponto de densidade infinita, chamado de singularidade, “onde-quando” o espaço-tempo simplesmente inexistia. Esse ponto, sem materialidade, donde todo o universo emergirá, não é um mundo feito de matéria! Reparem que uma singularidade, um ponto no qual o tempo e o espaço são nulos, e onde a matéria inexistente, reparem que esse “ponto” não possui “existência concreta”, mas somente “existência conceitual”, “uma existência matemática abstrata”.

No final de nossa viagem cosmológica retroativa, lá onde esperamos encontrar o início de tudo, não vemos uma máquina de produzir matéria. De acordo com este modelo, à medida que retornamos pelo espaço-tempo, rumo às suas origens, vemos que o universo surgiu do conceito matemático abstrato de “singularidade”. A ontologia da singularidade é puramente conceitual. Uma singularidade não possui massa, porque não é feita de matéria, não possui qualidades concretas, não tem peso, nem tamanho, nem extensão. Uma singularidade não possui nada que seja físico, pois tempo, espaço, e matéria são qualidades inexistentes nela. Ora, o conceito cosmológico de singularidade, pelo qual representamos o estado do universo nos momentos que antecederam o *big bang*, implica que: (i) A origem do universo é puramente imaterial (ii) Seu estado original só pode ser representado em termos de conceitos abstratos, mas não em termos físicos.

A partir do evento inicial, uma vez existindo espaço-tempo-matéria, saber se a causação das leis da física é matemática ou física, perde um pouco o sentido. Ou seja, uma vez existindo matéria, a causação sempre envolve esses dois aspectos, pois matemática e física estão entrelaçadas e amalgamadas perfeitamente. Os processos físicos, enfim, são

processos matemáticos. Mas na base de tudo, está sempre um plano profundo de imanência da ordem. A ordem das leis da física é imanente à matéria, e é isto que significa falar sobre um plano abstrato profundo. Tal ordem não é de determinação cronológica, mas de configuração ontológica. Isto quer dizer que o futuro não está determinado, tudo pode ser, mas o que quer que venha a ser, se configurará moldando-se a leis subjacentes, pois a ordem subjacente ao Universo canaliza a matéria de modo que ela possa se organizar e evoluir, óbvio, à custa de um preço, o gasto de energia, a segunda lei da termodinâmica. O fato de a segunda lei dizer que a entropia aumenta com o tempo, ou seja, que a energia gasta em um sistema nunca é recuperada, reordenada, aumentando progressivamente a desordem geral, também é fruto de uma ordem mais superior, subjacente. Afinal, se a segunda lei está de fato correta, então há uma profunda regularidade cósmica que assegura que a segunda lei esteja correta sempre, ou seja; mesmo se, em termos físicos, a desordem aumenta com o tempo, isto acontece somente porque há uma regularidade para que seja assim, porque há uma lei natural, uma ordem precedente que organiza a configuração material do universo.

Se a filosofia de Mach influenciou numerosos cientistas do mundo inteiro, e por um período, o próprio Einstein, posteriormente, tanto Einstein quanto Heisenberg perceberam que nem tudo poderia ser diretamente observado, e que tal descrição rigorosa dos fenômenos era insuficiente para comunicar o mistério do mundo quântico em toda sua profundidade. Há aqui, também, o nascimento de uma epistemologia heisenbergiana: não podemos conhecer a natureza com exatidão, mas isto não se deve a nenhuma limitação da razão, é a própria natureza que é inexata, é ela própria que fixa os limites do conhecimento. O limite da razão está na incerteza ontológica do mundo.

Em *A Parte e o Todo* Heisenberg escreveu um capítulo chamado *Física atômica e filosofia platônica*. Nele, o autor narra que desde a mocidade, muito o impressionara o *Timen* de Platão, com a idéia de que o cerne da realidade, sua camada mais profunda, onde toda a natureza é fecundada, é um “mundo” abstrato de conceitos matemáticos. Para Heisenberg, como já vimos, mas enfatizando, nesta obra, Platão não está defendendo que realmente a natureza é constituída por aquelas determinadas formas geométricas, tetraedros, octaedros, enfim. Mas, segundo Heisenberg, o essencial da obra é que Platão está propondo uma geometrização da física; está já naquela época, intuindo seu âmago abstrato, indo por outro viés, que não o atomismo de Leucipus e Demócrito.

Até então acreditávamos na antiga representação de Demócrito, que pode ser resumida por “no princípio era a partícula”. Havíamos presumido que a matéria visível compunha-se de unidades menores; se

continuássemos a dividir estas por tempo suficiente, chegaríamos às unidades mais diminutas, que Demócrito havia chamado de “átomos” e que os físicos modernos chamavam de “partículas elementares”, por exemplo, prótons e nêutrons. Mas, talvez toda essa filosofia fosse falsa. (...) Talvez a matéria pudesse ser ainda mais dividida, até finalmente já não ser uma verdadeira divisão de uma partícula, e sim uma transformação de energia em matéria, a até as partes já não serem menores do que o todo de que foram separadas. Mas o que haveria no início? Uma lei física, a matemática, a simetria? No início era a simetria! Isso soava como o *Timeu* de Platão...⁹

As partículas elementares incorporam simetrias; são suas representações mais simples e, no entanto, são apenas conseqüências delas.¹⁰

Nessa linha de raciocínio heisenbergiano, os átomos são de fato entidades da natureza, mas não enquanto partículas elementares, e sim, como fenômenos que emergem de um plano profundo de forças e campos, os quais, por sua vez, emergem de leis, que no final das contas, são *relações, regulações*, bases matemáticas abstratas sem as quais a matéria não poderia existir e se organizar e desenvolver.

Essa visão, portanto, de acordo com Steven Weinberg, laureado com o Nobel de Física, demarca o fim para o materialismo científico e sua visão de que a causa de toda realidade é material, pois a própria matéria passa a ser vista como efeito de um campo de forças mais profundo. No cerne da realidade, como causa ontológica do universo, teríamos princípios naturais que, para descrevê-los, utilizamos de conceitos matemáticos abstratos, resgatando a visão platônica apresentada no *Timeu*. Segundo Weinberg:

(...) da fusão da Relatividade com a Mecânica Quântica resultou uma nova visão de mundo, na qual a matéria perdeu seu papel central. Esse papel foi usurpado por princípios de simetria, alguns deles ocultos à visão no presente estado do Universo.¹¹

No âmago profundo da natureza, só os conceitos organizadores são reais; é porque tais “relações naturais elementares”, que deliberamos chamar de “leis da natureza” existem, que a matéria é como é, que a natureza é deste modo e não de outro. As “simetrias primordiais”, leis da natureza, enquanto conceitos matemáticos abstratos, precedem a matéria, como o oleiro, que dá forma à argila. Demiurgo na olaria de *Korá*, fazendo a arte da criação!

Conclusão

⁹ HEISENBERG, W. *A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política*. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996, p 157-158.

¹⁰ Idem, p.278.

¹¹ CARUSO, F & OGURI, V. *Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2006, p 31.

A chamada “Interpretação de Copenhague” desenvolvida por Werner Heisenberg, Max Born e Niels Bohr, visou definir qual é a visão geral da mecânica quântica. Para eles, (1) os objetos quânticos são complementares, partículas-ondas, e devem ser interpretados probabilisticamente. (2) A posição e o momentum de uma partícula são governados pelo princípio da incerteza. De acordo com tal, uma partícula quântica não pode ser observada com absoluta clareza. Se observarmos sua posição, os dados concernentes a sua velocidade se perdem, e se observamos a velocidade, são as informações sobre a posição que se tornam ocultas. (3) Os objetos quânticos e clássicos devem ser entendidos como complementares e correspondentes. O nível quântico se relaciona com o nível clássico, havendo leis rigorosas e específicas para cada nível. (4) Enfim, segundo tal interpretação, que é fundamental na história da ciência contemporânea, a não-localidade, os saltos quânticos e o papel do observador na natureza da realidade, devem ser tidos como características próprias dos objetos quânticos.

Vejamos as descobertas e princípios fundamentais da Física quântica em poucas linhas.

- 1) Planck sugere a existência de pacotes quânticos para resolver o problema clássico da radiação.
- 2) Einstein elabora uma teoria quântica para a Luz, postulando a existência de partículas de luz denominadas fótons.
- 3) Niels Bohr apresenta um modelo quântico para a estrutura do átomo, no qual os elétrons se transferem de uma órbita para outra sem nunca passar por entre o espaço que as separa, de tal modo que essa transferência deve ser imaterial, não local, fora(ou além) do espaço tempo.
- 4) Luis Victor de Broglie fundamenta uma teoria ondulatória para a matéria, comprova-a revelando um padrão de difração ocasionado por um feixe de elétrons em um experimento laboratorial. Desde então, aventa-se que a matéria, no nível quântico, comporta-se como uma onda abstrata de possibilidades e informações.
- 5) Os estudos de Bohr, e as experiências realizadas por todos que começam a pesquisar os fenômenos quânticos revelam que, conforme a escolha do observador em fazer um determinado experimento, os aspectos de onda ou partícula dos elétrons são revelados, deixando clara a participação do observador na construção da representação de realidade proveniente dos experimentos científicos.
- 6) As pesquisas de Heisenberg e Schrödinger revelam que o comportamento quântico é probabilístico, e nosso conhecimento a cerca dele está, inexoravelmente, sujeito a incerteza.

7) Bohr elabora os princípios físicos da correspondência e complementaridade, prognosticando a mútua influência entre os níveis de realidade que compõem a natureza do universo.

8) O experimento de Aspect comprova a não localidade quântica.

Deste modo chegamos aos principais conceitos quânticos: participação do observador consciente, como sujeito da observação, na produção da realidade, não-localidade quântica, existência da matéria enquanto fusão dos aspectos de onda e partícula, regulação dos fenômenos quânticos por leis probabilísticas permitindo que sejam criativos, de modo que múltiplas realidades possam emergir a partir do nível quântico. Veremos agora como esses conceitos quânticos superam determinados princípios materialistas da física clássica, nos sugerindo uma nova visão de mundo, porque e como os princípios da mecânica quântica transcendem e superam princípios filosóficos e técnicos fundamentais da era moderna do empreendimento científico.

De acordo com o princípio clássico da objetividade forte, a realidade do universo é independente da existência de um observador consciente que a perceba e pense. A mente é criada pela matéria, e como Efeito não pode influir sobre sua Causa. Entretanto, o desenvolvimento da mecânica quântica deixa claro que o aspecto de onda ou partícula de um objeto quântico é variável conforme a observação, e somente seres conscientes podem observar objetos quânticos. A mente atua na produção da realidade, na construção da nossa representação de natureza. A estrutura do universo não pode ser obtida por meios puramente objetivos, já que os dados coletados devem ser interpretados por seres subjetivos e já que o próprio material coletado será um ou outro, conforme o método que o observador consciente escolher para destrinchar os meandros de seu objeto. Observador e objeto, em mecânica quântica, estão entrelaçados por uma relação causal íntima e recíproca, logo, o princípio da objetividade forte não se sustenta.

Outro princípio basilar para o materialismo científico da física clássica é o determinismo causal. Para ele, como o universo não passa de uma máquina complexa, composta por objetos concretos, então, se conhecermos a totalidade das forças físicas atuantes em um sistema, e se conhecermos as posições iniciais de seus objetos, poderemos definir toda sua trajetória e seu estado estrutural, nos mínimos detalhes, de um modo preciso, por toda a eternidade. Entretanto, a física quântica revela que o universo é muito mais do que uma estrutura mecânica concreta. No mundo do interior atômico, “onde o universo começa, e de onde surgem todos os objetos” o universo é um jogo de forças, de informações, de probabilidades e conceitos matemáticos abstratos. O princípio da

incerteza, de Heisenberg, prova que não podemos definir a posição e o momentum de um elétron simultaneamente, de modo que nunca teremos um conhecimento preciso a cerca de qual será a estrutura do universo futuramente. Nosso conhecimento é sempre probabilístico. A matemática da mecânica quântica é tão ondulatória quanto a matéria que representa. Seus resultados revelam sempre o que pode ser, mas não o que é, pois os elétrons possuem uma imprevisibilidade intrínseca em seus movimentos. Verificamos, portanto, que o conceito materialista do determinismo causal está obsoleto, e não pode descrever a realidade com toda a profundidade em que é necessário para que possamos apreendê-la.

A localidade, que prevê uma comunicação local em velocidade finita entre os objetos, sustenta a concepção materialista de um mundo composto por peças independentes, diferentes e separadas umas das outras. Todavia, os trabalhos de Schrödinger revelam que as ondas quânticas se espalham por distâncias imensas, entrando em colapso instantâneo quando são observadas, revelando-se como feixes de partículas. Portanto a influência da medição sobre o que está sendo medido, sendo instantânea, é não-local. Os próprios saltos quânticos dos elétrons (a respeito dos quais Schrödinger discordava de Bohr, como relata Heisenberg em *A parte e o Todo*), de uma órbita para outra, no interior do átomo, são não-locais, bem como a interação entre fótons polarizados correlacionados. Todos esses fenômenos pressupõem, ou movimentos realizados “por fora” do espaço-tempo, ou comunicações efetuadas numa velocidade superior a velocidade da luz. A luz se propaga a uma velocidade de 300.000 ks, enquanto a comunicação não-local é instantânea. O princípio da localidade também é insustentável, servindo muito bem para descrever fenômenos em grandes escalas espaciais (escalas não subatômicas), mas não servindo para descrever os fenômenos quânticos.

O monismo materialista e o epifenomenalismo são duas das principais implicações clássicas da filosofia do materialismo da ciência moderna. De acordo com eles, a mente é produzida como um fenômeno secundário da matéria cerebral, de modo que, não existindo nada que não seja material, até nossos sentimentos e pensamentos não passam de efeitos decorrentes dos processos eletroquímicos neurológicos. Entretanto a influência do observador sobre o objeto observado prova justamente o contrário. A consciência participa ativamente na construção da estrutura da natureza e da nossa representação da realidade. Se a existência de um observador consciente é fundamental na constituição do modo como a matéria se configura, então a mente não pode ser efeito da matéria, uma vez que pela lei lógica da causalidade o efeito não influi sobre a causa, mas a

causa determina o efeito. Se a consciência não é efeito da matéria cerebral, então temos de admitir a existência da mente como uma ordem ativa de realidade, e temos que admitir que é este plano que influi sobre a realidade física do mundo, e não o oposto disto.

Para o físico nuclear Amiti Goswami,¹² a tese de que a matéria é fonte causal de todas as coisas não resiste às descobertas da mecânica quântica que revelam a interação entre o observador e o mundo. Segundo ele, o paradigma clássico da filosofia materialista encontra-se defasado e deve ser substituído por outro, que conceba que a consciência é que gera o universo, seja em um sentido forte, propondo que a consciência produz a matéria, ou em um sentido menos forte, pelo qual, a consciência atua como agente fundamental na construção da nossa representação de realidade. Sendo assim tanto o epifenomenalismo quanto o monismo materialista também não se sustentam.

Objetividade forte, determinismo causal, localidade, monismo materialista e epifenomenalismo eram as colunas de sustentação da ciência do realismo materialista. Uma nova revolução está se processando, houve terremotos e tempestades. Estas velhas colunas não suportaram o peso das novas descobertas científicas e se romperam. O templo da ciência materialista desmoronou completamente.

Heisenberg, em *Física e Filosofia*,¹³ propõe uma nova visão da natureza, na qual o materialismo é repensado como um modelo incompleto e paradoxal da realidade. Para Heisenberg, quanto mais nos aprofundamos no mundo das partículas elementares, mais abstrata a natureza se torna, até que aquilo que chamamos de matéria, desvanecendo pouco a pouco, vai perdendo toda sua concretude, e se revela, no âmago profundo do Ser, como um nível de conceitos matemáticos abstratos, para muito além do que o realismo materialista supôs ao longo dos séculos. A filosofia da física de Heisenberg está muito mais próxima daquilo que um grego chamado Platão nos deixou, e de outros sistemas filosóficos pré-socráticos e orientais, do que das obras clássicas da Filosofia Natural européia, de Galileu, Newton e Descartes, difusora do mecanicismo e do realismo materialista.

Podemos concluir disso tudo, que o empreendimento da física contemporânea não se desenrola sem amplas e profundas reflexões filosóficas, (como um retorno salubre analógico à filosofia grega), e sem a necessidade de uma marcante reavaliação filosófica dos conceitos empregados pela ciência clássica para descrever a realidade, e que a soma disto tudo, concorre para desconstruir a ontologia materialista, e

¹² GOSWAMI, A. *O Universo autoconsciente*. Rio de Janeiro, Aleph, 2006.

¹³ HEISENBERG, W. *Física e Filosofia*. Brasília, Editora da Universidade de Brasília, 1981.

substituir o materialismo científico por uma filosofia mais ampla, que acomode o fato de que as partículas de matéria são "efeitos", e não "causas" da realidade. O mundo material do senso comum, tal como o percebemos cotidianamente, não passa de um dos tecidos mais superficiais do cosmos, de uma camada que impressiona nossos sentidos, e que nosso intelecto analisa com sofreguidão. Para além dos véus da ignorância e do velho senso comum, lá estará o âmago do real: não podemos tocá-lo, não se trata de matéria comum... tratar-se-á de pura informação?

Referências

- ABBAGNANO, N. *Nomes e Temas da Filosofia Contemporânea*. Lisboa: Pub. Dom Quixote, 1990.
- ALVES, R. *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Brasiliense, 1981.
- BACHELARD, G. *O novo espírito científico*. Trad. Juvenal Hahne Jr. Lisboa: Edições 70, 1996.
- BOHM, D; PEAT, D. *Ciência, Ordem e Criatividade*. Lisboa: Gradiva, 1989.
- BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.
- CARUSO, F & OGURI, V. *Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.
- DAVIES, P. *O enigma do tempo*. Trad. Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.
- EINSTEIN, A. *Como eu vejo o mundo*. Trad. H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.
- FEYNMAN, R,P. *O Que é uma Lei Física?*. Lisboa: Gradiva,1989.
- GOSWAMI, A. *O Universo autoconsciente*. Rio de Janeiro: Aleph, 2006.
- HAWKING, S. *Uma Nova história do tempo*. Trad. Vera de Paula Assis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.
- _____. *O Universo numa casca de noz*. Trad. Ivo Korytowski. São Paulo: Arx, 2001.
- HEISENBERG, W. *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, 1981.
- _____. *A ordenação da realidade: 1942*. Tradução de Marco Antônio Casanova. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 2009.
- KAKU, M. *Hiperespaço*. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987.
- OMNÈS, R. *Filosofia da Ciência Contemporânea*. Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 1996.
- PRIGOGINE, I; STENGERS, I. *A Nova Aliança*. Lisboa: Gradiva, 1989.

POPPER, K. *A Lógica da Pesquisa Científica*. Trad. Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Costa. São Paulo: Cultrix, 2004.

_____. *Conjecturas e Refutações*. Coimbra: Almedina, 2000.

_____. *Pós-Escritos à Lógica da Descoberta Científica*. Vol 3. A Teoria Quântica e o Cisma na Física. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

QUINE, W. *Realidade Ontológica e Outros Ensaios*. São Paulo: Abril Cultural, 1985. (Col. Os Pensadores)

RUSSEL, B. *Ensaio Céticos*. Trad. Wilson Velloso. Rio de Janeiro: Editora Opera Mundi, 1970.

SCHRÖDINGER, E. *O que é a vida? Espírito e matéria*. trad. M. L. Pinheiro. Lisboa: Fragmentos, 1989.