

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

MARCOS VINICIO GUIMARÃES GIUSTI

**DA SUBSTÂNCIA AO PROCESSO: A MUDANÇA DA BASE METAFÍSICA
DA CIÊNCIA NO SÉCULO XX**

Rio de Janeiro

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

Marcos Vinicio Guimarães Giusti

**DA SUBSTÂNCIA AO PROCESSO: A MUDANÇA DA BASE METAFÍSICA
DA CIÊNCIA NO SÉCULO XX**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia.

Orientador: Ricardo Silva Kubrusly

Rio de Janeiro

2013

Giusti, Marcos Vinicio Guimarães

Da Substância ao Processo: a mudança da base metafísica da ciência no século XX/Marcos Vinicio Guimarães Giusti. – 2013.

130f.: il.

Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, HCTE, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, 2013.

Orientador: Ricardo Silva Kubrusly

1. Metafísica. 2. Ciência. 3. Mecânica Quântica. 4. Filosofia do processo. 5. Heisenberg. 6. Whitehead – Tese. I. Kubrusly, Ricardo Silva (Orient.) II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, HCTE, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. III. Da Substância ao Processo: a mudança da base metafísica da ciência no século XX.

MARCOS VINICIO GUIMARÃES GIUSTI

**DA SUBSTÂNCIA AO PROCESSO: A MUDANÇA DA BASE METAFÍSICA
DA CIÊNCIA NO SÉCULO XX**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia.

Aprovada em 27/03/2013, por:

(Ricardo Silva Kubrusly, Doutor, UFRJ)

(Carlos Benevenuto Guisard Koehler, Doutor, UFRJ)

(Francisco Caruso Neto, Doutor, CBPF/UERJ)

(Osvaldo Frota Pessoa Jr., PhD, USP)

(Virginia Maria Fontes Gonçalves Chaitin, Doutora, UFRJ)

(Walter Gomide do Nascimento Jr., Doutor, UFMT)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer ao Professor Ricardo Kubrusly, meu orientador, pelas extremas paciência e benevolência para comigo. O Professor Ricardo faz jus ao epíteto de orientador, sabendo dosar na medida certa a necessária liberdade para o voo do espírito, com o também necessário compromisso com a clareza na exposição das ideias.

Sou muito grato também aos professores Osvaldo Pessoa Jr. e Virgínia Maria Fontes Gonçalves Chaitin, por terem participado da minha qualificação com preciosas observações que me permitiram avançar no tema da minha pesquisa.

Devo ainda reconhecer a prestimosa colaboração dos Professores Walter Gomide e Carlos Koehler para o fechamento deste trabalho, ao participarem da minha apresentação oral, no Scientiarum Historia V, com intervenções que lançaram uma luz para a interpretação da khora em Whitehead e Heisenberg.

Ao Professor Francisco Caruso agradeço por ter aceitado participar como membro da banca avaliadora do meu trabalho, assim como pela boa conversa que mantivemos nas poucas vezes em que nos encontramos pessoalmente, além das excelentes dicas de leitura que sempre posta pela internet.

Por fim, quero agradecer ao Programa de Pós-Graduação em História da Ciência e das Técnicas e Epistemologia, da UFRJ, pelo espaço maravilhoso de confrontação e harmonização das ideias mais diversas, acolhidas e discutidas sem quaisquer preconceitos acadêmicos. É um lugar privilegiado para o pensamento.

Obrigado às secretárias, Mariah e Gabriela, sempre muito solícitas quando precisei de alguma informação.

RESUMO

Giusti, Marcos Vinicio Guimarães. **Da Substância ao Processo**: a mudança da base metafísica da ciência no século XX. Rio de Janeiro, 2013. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, HCTE, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Rio de Janeiro, 2013.

Neste trabalho, aborda-se a necessidade de uma mudança na base metafísica da ciência contemporânea. Afirma-se que a metafísica clássica, baseada na ideia de substância, forneceu os alicerces da concepção mecânica da natureza. Sustenta-se que a imagem científica elaborada pela concepção mecânica começou a entrar em crise com o advento do eletromagnetismo, chegando ao seu ápice com as revoluções na física do século XX. Analisam-se as tentativas de demarcação entre ciência e metafísica, ou da pura exclusão da metafísica enquanto fonte para o fundamento da ciência. Examina-se a ontologia da mecânica quântica por intermédio da ideia heisenbergiana de *potentia*. Argumenta-se que a filosofia do processo oferece os melhores conceitos metafísicos para se elaborar uma ontologia da mecânica quântica. Desenvolve-se a hipótese de que a base metafísica da mecânica quântica pode ser haurida por meio da relação entre as ideias filosóficas de Heisenberg e Whitehead, mediadas pelo platonismo.

Palavras-chave: Metafísica. Ciência. Mecânica Quântica. Filosofia do processo. Heisenberg. Whitehead

ABSTRACT

Giusti, Marcos Vinicio Guimarães. **Da Substância ao Processo**: a mudança da base metafísica da ciência no século XX. Rio de Janeiro, 2013. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, HCTE, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Rio de Janeiro, 2013.

In this work, it is addressed the need for a change in the metaphysical basis of contemporary science. It is stated that the classical metaphysics, based on the idea of substance, provided the foundations of the mechanical conception of nature. It is argued that the scientific image prepared by mechanical conception began to come into crisis with the advent of electromagnetism, reaching its apex with the revolutions in twentieth-century physics. It is analyzed the attempts of demarcation between science and metaphysics, or the pure exclusion of metaphysics as a source for the foundation of science. It is examined the ontology of quantum mechanics by means of heisenbergian idea of potentia. It is argued that the process philosophy offers the best metaphysical concepts to develop the ontology of quantum mechanics. It is developed the hypothesis that the metaphysical basis of quantum mechanics can be reached through the relationship between the philosophical ideas of Heisenberg and Whitehead, mediated by Platonism.

Keywords: Metaphysics. Science. Quantum Mechanics. Process Philosophy. Heisenberg. Whitehead

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. A CIÊNCIA E A METAFÍSICA DA SUBSTÂNCIA	15
1.1. A Ciência.....	16
1.1.1. Uma Tentativa de definição.....	16
1.1.2. O <i>Status</i> da ciência.....	18
1.2. A Metafísica Clássica ou da Substância.....	21
1.2.1. Aristóteles.....	21
1.2.2. René Descartes.....	24
1.3 A Metafísica da substância e a ciência moderna.....	27
1.4 A Derrocada da visão mecânica na ciência moderna.....	30
2. A CIÊNCIA SEM METAFÍSICA	36
2.1. A Crítica Humeana.....	36
2.2. A Crítica kantiana.....	40
2.3. O Positivismo de Auguste Comte.....	44
2.4. O Positivismo Lógico.....	46
2.5. O Instrumentalismo.....	49
2.6. O Falsificacionismo de Popper.....	51
2.7. Considerações sobre a ciência sem metafísica.....	54
3. A REVIRAVOLTA QUÂNTICA: A <i>POTENTIA</i> DE HEISENBERG E A NECESSIDADE DE UMA NOVA ONTOLOGIA	55
3.1. Uma Ideia preliminar: a dualidade onda-partícula.....	57
3.2. A Interpretação ontológica da mecânica quântica.....	60
3.3. O Conceito Heisenbergiano de Potência.....	63
3.4. O Antimaterialismo e o antirealismo de Heisenberg.....	67
4. A FILOSOFIA DO PROCESSO E A ONTOLOGIA DE WHITEHEAD	75
4.1 A Filosofia do Processo.....	75
4.2 A Metafísica do processo e a ciência.....	80
4.3. Os Principais elementos da metafísica de Whitehead.....	81

4.3.1. As Entidades Atuais.....	81
4.3.2. Os Objetos Eternos.....	84
4.3.3. A Criatividade.....	87
4.3.4. Deus.....	88
4.4. Algumas considerações finais.....	91
5. A MECÂNICA QUÂNTICA E A FILOSOFIA DE WHITEHEAD	93
5.1. Abner Shimony e a necessidade de uma filosofia do organismo modificada.....	94
5.2. Henry Stapp e o universo consciente.....	96
5.3. Shimon Malin e a unidade da natureza.....	98
5.4. Michael Epperson: descoerência e Whitehead.....	100
5.5. Platão, Whitehead e Heisenberg.....	103
CONCLUSÃO	114
BIBLIOGRAFIA.....	122

INTRODUÇÃO

A filosofia e a ciência tiveram, no Ocidente, um começo comum. A aurora da filosofia entre os gregos inaugurou, também, o início do desenvolvimento do conhecimento científico. Ao abandonar paulatinamente as explicações míticas sobre a origem e a ordem do mundo e ao adotar uma atitude contemplativa e reflexiva diante da *physis*, a filosofia iniciava o processo de substituição das antigas cosmogonias pela elaboração de uma cosmologia, isto é, de uma explicação racional sobre o cosmos. Nesse início compartilhado, a ciência e a metafísica formavam um único corpo. A perscrutação da constituição da *physis* era tarefa que requeria uma mente especulativa, aberta à observação e à abstração. A busca por um princípio elementar, que estivesse presente na composição de todas as coisas, traduzia o esforço produzido pela razão, na tentativa de ordenar e explicar os fenômenos naturais.

Desde então, metafísica e ciência possuem muitas afinidades. Enquanto teoria geral da realidade, a metafísica deve articular conceitos e perspectivas ideacionais capazes de nos fornecer um sistema de pensamento que nos permita compreender o mundo à nossa volta, assim como o nosso lugar nesse mundo (RESCHER, 1996, p. 1). A ciência também nos fornece uma imagem do mundo. Contudo, diferentemente da metafísica, o quadro pintado pela ciência deve ater-se às especificidades dos métodos utilizados para a produção do conhecimento científico. Como afirma Friedrich Rapp:

Sistemas filosóficos e teorias científicas têm em comum a função de dar uma estrutura para aquilo que, de outra maneira, seria desestruturado, de ordenar conceitualmente aquilo que, de outro modo, seria desordenado, e de explicar aquilo o que, de outra forma, permaneceria inexplicado. Nas ciências naturais, as predições que podem ser empiricamente testadas exercem um papel decisivo. No caso dos sistemas metafísicos, assim como no caso de outros sistemas explicativos, nas humanidades, uma explicação convincente já pode ser vista como uma “verificação” do sistema em questão. Além disso, um processo de verificação mais fraco, mais indireto é sempre possível ao longo das linhas de uma dialética negativa. Um sistema filosófico holístico e consistente não fornece apenas uma taxonomia e uma estrutura interpretativa, mas como sabemos desde a história da filosofia, todos os sistemas fechados constituem um desafio intelectual. A reação natural a tal desafio é tentar criticar, refutar, melhorar, ou transcender o sistema dado. Se um sistema filosófico resiste com sucesso a tal escrutínio, isso pode ser visto como uma forma de verificação *ex negativo* (1993, p. 248, tradução nossa).

Assim, dois retratos da realidade são construídos e postos lado a lado, entretanto, quase sempre sem se comunicarem, embora sejam resultados de uma única matriz: a vontade de conhecimento do ser humano, que se interroga desde tempos imemoriais sobre sua origem, seu destino e seu ser.

A metafísica e a ciência, assim como a realeza e as artes, nasceram do fascínio exercido pelo mistério sobre o espírito humano. Quanto mais conhecemos, mais se nos torna evidente a dimensão da nossa ignorância, que retroalimenta a nossa vontade de conhecimento. No entanto, a fronteira está sempre à frente. Lá adiante, o mistério, a singularidade, o infinito, Deus, ou qualquer outro nome que se quiser usar, espreita-nos impassível e impossível. E a ciência, com seus modelos matemáticos e suas teorias, começa a tomar a forma da pura especulação racional. Não há experimento para além do conhecido. Surgem então “multiversos”, “universos brancos”, “landscapes”. Imagens especulativas da razão humana. A ciência metafísica-se.

De fato, acreditamos que a ciência jamais abandonou a metafísica. Foram os cientistas, com suas práticas instrumentalistas, que a relegaram a um plano secundário ou a esqueceram. Pois não existe ciência sem metafísica. Qualquer teoria científica sempre se inicia por uma discussão metafísica: “o que é a realidade?”. O exemplo de como uma crença metafísica influencia a maneira pela qual se constroem as teorias científicas pode ser encontrado na controvérsia entre Albert Einstein e Niels Bohr. O realismo de um chocava-se com o antirrealismo do outro. Einstein estava convencido de que a mecânica quântica, com as relações de incerteza de Heisenberg e a complementaridade, do próprio Bohr, era uma teoria incompleta, porque não descrevia um quadro completo, coerente e ordenado da realidade dos fenômenos atômicos. Niels Bohr, kantianamente, admitia a impossibilidade de se chegar a conhecer a realidade em si mesma. Para ele, a física não descreveria, tal qual, uma realidade exterior à mente humana, mas sim a maneira pela qual a mente humana seria capaz de conhecer essa mesma realidade. A epistemologia, portanto, originando-se da metafísica.

A nossa hipótese mais geral é, pois, a de que os conceitos científicos são hauridos da especulação metafísica. Pensemos nos conceitos de tempo, espaço e causalidade. O que os define é, em última instância, a crença metafísica em um princípio elementar. Seja ela realista ou antirrealista.

Partindo dessa suposição, desejamos enfatizar o papel decisivo que a metafísica substancialista, fundamentada, principalmente, nas ideias de Aristóteles e de Descartes, exerceu para a ciência moderna (do século XVII até meados do século XIX). A mecânica clássica não poderia ter encontrado melhor fundamento do que o conceito de substância.

Especialmente a concepção cartesiana de substância como aquilo que existe de tal maneira que não precisa de nenhuma outra coisa para existir. O grande mecanismo do mundo seguia a sua própria ordem. O Motor Imóvel de Aristóteles transformara-se apenas em um “starter”. O mundo material agiria de acordo com suas leis eternas e imutáveis, passíveis de serem apreendidas pela razão humana.

O primeiro capítulo deste trabalho é dedicado ao exame da ciência em geral e da ciência substancialista, em particular. Tentamos definir o que é ciência, explicar o porquê do seus *status* atual e mostrar que este está muito ligado ao próprio desenvolvimento da ciência moderna em suas bases materialista e mecanicista. Ainda neste capítulo, analisamos a derrocada da concepção mecânica a partir do advento do eletromagnetismo. Optamos por trabalhar com o foco na relação entre a metafísica da substância e a mecânica clássica, por considerarmos mais adequado ao nosso propósito de propor uma mudança de base metafísica para a ciência do século XX. Ademais, o excelente livro de Edwin Burtt (1983) sobre as bases metafísicas da ciência moderna, já trata do tema de forma mais detalhada, incluindo as implicações epistemológicas geradas pela concepção mecânica do mundo.

O segundo capítulo expõe algumas tentativas de se delimitar ou de se banir de vez a participação das ideias metafísicas na ciência. Começamos por David Hume e sua crítica às noções de substância e de causalidade. Avançamos até Kant, que propõe uma nova maneira de se entender a relação entre ciência e metafísica, na qual a metafísica torna-se responsável pelas condições *a priori* do conhecimento científico, sem, contudo, confundir-se com a ciência. De Kant, passamos ao positivismo filosófico de Auguste Comte e, depois, ao positivismo lógico do Círculo de Viena. Pretendemos mostrar, com isso, como a crítica à metafísica tornou-se pouco a pouco mais veemente, até atingir a execração da metafísica pelo positivismo lógico. Em seguida, discorremos a respeito dos efeitos do instrumentalismo sobre as práticas científicas e de como os problemas dos fundamentos da ciência são desprezados durante o exercício cotidiano nos laboratórios. Por fim, apresentamos o critério de demarcação de Karl Popper, construído a partir da noção de falseabilidade. Terminamos o capítulo defendendo a ideia de que Kant e Popper, de alguma maneira, preservam a metafísica, ainda que a distingam claramente da ciência.

A partir do terceiro capítulo o assunto da nossa tese começa, de fato, a ganhar corpo. Nele, iniciamos a análise das transformações ocorridas na ciência do século XX, em particular as trazidas pela mecânica quântica. Sugerimos a necessidade de se elaborar uma nova ontologia, não mais apoiada na noção de substância, tendo como base o conceito heisenbergiano de *potentia*, como correlato da representação matemática da função de

probabilidade. Neste capítulo associamos a concepção ontológica de Heisenberg à de Platão. Mostramos como o antimaterialismo e o antirrealismo do físico alemão nos possibilitam interpretar a sua ideia de *potentia* segundo um ponto de vista platônico, auxiliando-nos a construir uma ontologia formal, semelhante à do filósofo da Academia. Essa abordagem, evidenciando o platonismo da concepção ontológica de Heisenberg, servirá de fio condutor para que, no quinto capítulo, possamos inter-relacionar as ideias de Heisenberg e Whitehead.

O quarto capítulo é inteiramente consagrado à filosofia do processo e à metafísica de Whitehead. As noções ali apresentadas serão fundamentais para a nossa interpretação da *potentia* heisenbergiana sob a luz da metafísica whiteheadiana. Inicialmente fornecemos uma ideia geral da filosofia do processo, para depois aprofundarmos alguns princípios básicos da ontologia de Whitehead. Restringimo-nos ao estudo dos dois elementos principais da categoria da existência: as entidades atuais e os objetos eternos, e dos dois elementos formadores: a criatividade e Deus. Na medida do possível, evitamos enveredar pela teologia do processo, um campo fértil que se desenvolveu em decorrência do papel exercido por Deus na ontologia de Whitehead. Por isso, quando o mencionamos em alguma parte deste trabalho, Deus é quase sempre concebido apenas como a instância da criatividade.

O recurso à filosofia do organismo de Whitehead justifica-se pelo fato de o filósofo inglês tentar construir uma ontologia consonante com a ciência física de seu tempo. As Conferências Gifford, posteriormente reunidas no livro *Process and Reality*, foram proferidas na Universidade de Edimburgo, entre 1927 e 1928. Certamente Whitehead não ignorava os avanços da mecânica quântica e, sendo crítico do que ele chamava de materialismo científico, percebeu a oportunidade de elaborar uma nova concepção metafísica, diferente daquela que serviu de sustentáculo ao desenvolvimento do mecanicismo materialista.

Não podemos ignorar o sucesso que a filosofia do organismo alcançou entre um grande número de filósofos e físicos, que passaram a considerá-la como uma boa chave de leitura para examinar os fundamentos da mecânica quântica. Até mesmo Karl Popper afirmou que “o universo agora parece ser não uma coleção de coisas, mas um conjunto interativo de eventos ou processos (como é enfatizado especialmente por A. N. Whitehead)” (ECCLES & POPPER, 1986, tradução nossa).

No quinto capítulo listamos alguns dos físicos e filósofos que procuraram, na filosofia do organismo de Whitehead, os conceitos necessários para uma interpretação dos fundamentos da mecânica quântica. Por mais diversos que sejam os pontos de vista apresentados, eles circulam em torno de uma mesma problemática: a atualização das potencialidades.

Esta é a principal dificuldade para os teóricos que buscam construir uma ontologia da mecânica quântica. Afinal, a função de onda representa de fato uma estranha realidade, como afirmou Heisenberg em *Física e Filosofia? Se a resposta for afirmativa, que tipo de realidade é essa?* Enfrentamos esse problema propondo uma relação triangular entre Heisenberg, Platão e Whitehead. A nossa abordagem apresenta a *potentia* de Heisenberg associada à *khora* de Platão e, esta, relacionada com o *continuum* extensivo de Whitehead. Mostramos como essas três noções se inter-relacionam, tornando-se o lugar da manifestação da criatividade, que é a instância operadora da atualização das potencialidades e do ingresso da novidade no mundo.

O principal objetivo deste trabalho é mostrar de que maneira a filosofia do organismo se adéqua às formulações teóricas da mecânica quântica, sendo capaz de lhe fornecer uma descrição ontológica racionalmente coerente.

O nosso foco foi direcionado ao problema do fundamento metafísico da ciência. O que, por si só já é controverso, pois os cientistas estão mais interessados nos resultados de suas pesquisas, na confirmação experimental de suas teorias, do que em discutir filosoficamente a ciência que ajudam a produzir. O instrumentalismo ainda é muito forte no meio científico.

Felizmente, nos últimos anos, parece haver um movimento de retorno à metafísica. É notável a quantidade de publicações, grupos de estudo, linhas de pesquisa e até de sociedades que se dedicam à metafísica da ciência. Podemos citar como exemplo o livro de Craig Dilworth, *The Metaphysics of Science: An Account of Modern Science in Terms of Principles, Laws, and Theories*, publicado pela Springer, em 1999, com uma segunda edição em 2006. Há também um projeto de pesquisa na área, sediado nas Universidades de Birmingham, Bristol e Nottingham, subvencionado pelo Arts & Humanities Research Council, além da Society for the Metaphysics of Science, fundada por acadêmicos americanos e com membros de várias partes do mundo.

A metafísica da ciência é um empreendimento circunscrito no quadro mais amplo da filosofia da ciência. Esta pode ser dividida em duas grandes áreas: a epistemologia da ciência e a metafísica da ciência. A epistemologia da ciência discute a justificação e a objetividade do conhecimento científico. A metafísica da ciência trata dos aspectos filosoficamente problemáticos da realidade desvendada pela ciência.

Em nossa tese, o aspecto filosoficamente problemático diz respeito à própria constituição ontológica de uma realidade incerta, parafraseando o título de um livro de Bernard D'Espagnat. Trata-se de uma realidade que Heisenberg designou como estranha, permanecendo entre o possível e o real. Ao tomar o conceito de *potentia* emprestado do

aristotelismo, Heisenberg tentou conservar a ideia de que a matéria não deve ser reduzida à *res extensa* cartesiana, com a sua simples localização no espaço, como diria Whitehead. A matéria é pura potência. A equivalência entre matéria e energia nos permite pensar dessa maneira. Entretanto, intriga o fato de que a matéria assuma sempre determinadas formas. Dito de outra maneira, as potencialidades parecem seguir um modelo ao se atualizarem.

Esses eventos são contemplados pela metafísica de Whitehead. Os dois elementos extremos da categoria da existência, os objetos eternos e as entidades atuais, ilustram esse processo, e são fundamentais para a elaboração de uma ontologia da mecânica quântica. O próprio processo de atualização, que equivaleria ao colapso da função de onda, pode ser explicado especulativamente com o recurso à noção platônica de *khora*, como veremos no capítulo 5.

As escolhas teóricas que fizemos para a realização deste trabalho definem-se pelo fim que desejamos alcançar: mostrar que a filosofia do processo, e mais especificamente a filosofia do organismo de Whitehead, é a melhor matriz metafísica para a construção de uma ontologia da mecânica quântica. Se privilegamos uma determinada interpretação da metafísica clássica, na qual se destaca a noção de substância, limitando-a deliberadamente às concepções de Aristóteles e de Descartes, foi para nos alinharmos à crítica que Heisenberg dirigia à visão mecânica da natureza, essencialmente contrária à divisão cartesiana entre *res extensa* e *res cogitans*. Na mesma direção vai a opinião de Whitehead, que fala da bifurcação da natureza, tão comum ao materialismo científico que caracterizou a ciência moderna.

O mesmo pode ser dito no que tange à interpretação da mecânica quântica. A nossa predileção pela chamada interpretação de Copenhague está ligada ao fato de ter sido a primeira sistematização teórica da física quântica amplamente aceita, e de ser contemporânea das especulações metafísicas de Whitehead. Além disso, foi a partir dos seus postulados que Heisenberg desenvolveu as reflexões filosóficas sobre os fundamentos da mecânica quântica, que nos fornecem grande parte do material para o desenvolvimento da nossa própria hipótese.

Portanto, temos a clara noção do caráter histórico da nossa proposição. Ao propormos uma mudança de base metafísica para a ciência do século XX, estamos nos referindo a um momento mais ou menos exato do tempo, o final dos anos 1920 e o começo dos anos 1930. De lá para cá, muita coisa mudou. Novas interpretações da mecânica quântica foram criadas. A ciência evoluiu continuamente. Contudo, as mesmas dificuldades enfrentadas pelos iniciadores da teoria quântica permanecem ainda hoje a desafiar cientistas e filósofos que se aventuram pelo árido tema dos seus fundamentos.

1. A CIÊNCIA E A METAFÍSICA DA SUBSTÂNCIA

A origem do pensamento científico ocidental confunde-se com a própria origem da filosofia grega. Os primeiros filósofos, chamados de físicos por Aristóteles, introduziram a especulação racional sobre a constituição dos entes naturais¹. A busca pelo princípio elementar ou *ἀρχή*, que caracterizou a filosofia dos pré-socráticos, traduz-se, hoje, no mesmo espírito que anima os nossos físicos em seus laboratórios, como, por exemplo, o LHC (Large Hadron Collider), do CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), na tentativa de compreender a estrutura da matéria.

Portanto, ao remontarmos à antiguidade grega, revisamos o caminho que trilhamos através da reflexão filosófica e científica ao longo de mais de vinte e seis séculos. E constatamos que, na maior parte desse longo percurso intelectual, ciência e filosofia compuseram um único corpo. Pelo menos até o advento da chamada ciência moderna, nos séculos XVI e XVII, quando foi estabelecido o método científico, principalmente por Francis Bacon e Galileu².

Não obstante a ascensão da ciência a um novo patamar, com o seu estatuto próprio dotado pelo método científico, questões metafísicas de fundo continuariam a ser determinantes para a construção das teorias científicas. Um exemplo do que acabamos de afirmar pode ser encontrado na negação newtoniana da concepção mecânica de Descartes, como Mario Barbatti nos comunica:

Por fim, o rompimento com Descartes, que é o passo fundamental para levar Newton à formulação de sua mecânica, se dá a partir de divergências metafísicas fundadas na concepção da natureza de Deus e de seu grau de atuação no mundo, extrapoladas para crítica propriamente física do movimento relativo. A dualidade radical cartesiana na separação *res cogitans* versus *res extensa*, leva, segundo os críticos, a uma ateização da filosofia natural, através de um deslocamento de causas eficientes de Deus para a mecânica (1997, p. 69).

Neste capítulo, o nosso foco principal encontra-se na relação estreita entre metafísica e ciência. Na primeira seção, tentaremos definir o que é ciência e, em seguida, discutiremos o seu *status* atual. Na segunda seção, abordaremos a chamada metafísica clássica ou metafísica da substância a partir dos seus dois principais representantes na antiguidade e na

¹ Sobre a ciência na filosofia pré-socrática, ver SPINELLI, 2003.

² Cf. GOWER, 1997.

modernidade: Aristóteles³ e Descartes. Nossa abordagem procurará estabelecer a maneira como esses pensadores relacionavam metafísica e física. Depois disso, mostraremos a influência da metafísica da substância na ciência moderna, apontando o momento em que essa concepção metafísica entra em crise.

1.1. A Ciência

Sob a denominação genérica de ciência abrigam-se várias atividades particulares de investigação da natureza, cada uma com seu objeto de estudo e seu método próprio. Mesmo em uma única ciência, como a física, por exemplo, vislumbramos uma miríade de especialidades, que esquadrinham e recortam da natureza o seu bocado investigável. Então, não soaria melhor falarmos em ciências ao invés de ciência? Ou apelaremos mais uma vez ao caráter reducionista dos conceitos e desconsideraremos a diversidade e a diferença encontradas entre as várias práticas científicas, para consagrar a univocidade da palavra em questão?

1.1.1. Uma tentativa de definição

Definir o que é ciência é muito mais uma tarefa da filosofia do que dos próprios cientistas. Ao longo da história do pensamento encontramos várias definições de ciência. Francis Bacon, um dos primeiros a manifestar-se quanto ao papel da ciência moderna, afirmava que sua meta seria o melhoramento da vida do homem na Terra. Tal fim seria alcançado por meio da coleta de fatos com observação organizada, produzindo teorias derivadas dessa atitude.

A partir da definição formulada por Bacon, outros filósofos trataram de modificá-la e aperfeiçoá-la ou de desafiá-la. Nesse contexto, enunciaremos a nossa própria definição de ciência. Mas antes é necessário ter em mente que o uso da palavra no singular é apenas um arbítrio conceitual, por detrás do qual se manifesta a pluralidade das ciências particulares. Portanto, ao definirmos a ciência, utilizamos a universalidade do conceito, porém com o

³ O fato de escolhermos Aristóteles e deixarmos de lado contribuições muito importantes de outros filósofos, dos pré-socráticos a Platão, é puramente arbitrário. A razão dessa escolha é a ênfase que queremos dar à metafísica da substância, muito bem elaborada por Aristóteles, e cujos ecos encontraremos ainda em Descartes.

cuidado de que se resguardem as diferenças inerentes a cada ciência e especialidade. Feita a ressalva, definimos a ciência como a atividade de perscrutar os segredos da natureza, utilizando a razão, a observação, a imaginação e a intuição para criar as condições necessárias, sejam materiais ou mentais, capazes de nos fornecer uma imagem coerente do mundo.

Quando nos referimos às condições materiais, reportamo-nos às técnicas de pesquisa alicerçadas pela tecnologia disponível em dado momento. Se, nos seus primórdios, a astronomia dispunha apenas dos olhos humanos para observar o céu, na época moderna pôde valer-se do telescópio de Galileu para ampliar o seu conhecimento sobre a mecânica celeste. Hoje, há os potentes radiotelescópios varrendo o espaço nos rincões mais longínquos, trazendo-nos informações valiosas para criarmos um quadro mais detalhado do cosmos.

Por outro lado, as condições mentais concernem à capacidade abstrativa da razão humana. Podemos recorrer aqui aos experimentos mentais que alguns cientistas são capazes de produzir. Um bom exemplo é o paradoxo de EPR, proposto por Einstein e seus colaboradores Poldosky e Rosen, que não admitia a não-localidade em partículas quanticamente emaranhadas, uma vez que violaria um princípio básico da relatividade que é a velocidade da luz como limite para transmissão de dados entre dois pontos. Esse experimento mental alavancou o estudo sobre o emaranhamento quântico, chegando, por fim, ao teorema de Bell e ao experimento de Aspect⁴.

A nossa abordagem concorda com a concepção kuhniana de *A Estrutura das revoluções científicas*. Os paradigmas aceitos pela comunidade científica – guardados todos os interesses que se encontram em jogo e que a sociologia da ciência pode muito bem esclarecer – estabelecem a imagem de mundo criada pela ciência de uma determinada época.

Por fim, resta-nos ainda examinar o termo “coerente”, tal como ele surge na nossa definição de ciência. Falamos em “imagem coerente do mundo”. Com isso queremos dizer que a ciência deve estabelecer um nexos entre as várias práticas científicas particulares, haurindo daí um quadro geral da realidade, unindo, como em um quebra-cabeça, as contribuições das diversas especialidades científicas.

⁴ Para o que concerne ao teorema de Bell, à experiência de Aspect, e também ao paradoxo EPR, ver ZEILINGER, 2005.

1.1.2. O *Status* da ciência

Até agora nos restringimos a tentar definir a ciência. Entretanto, há uma questão que nos intriga, assim como intrigou a alguns pensadores como Paul Feyerabend (2007; 1987) e Alan F. Chalmers (1994; 1993), que diz respeito ao *status* conquistado pela ciência no Ocidente.

Qualquer atividade intelectual realizada nos dias de hoje procura uma certificação científica como forma de garantia de sua validade. Apenas as atividades caracterizadas como científicas, ou que sejam validadas pela ciência, mantêm sua credibilidade intacta. Observamos uma proliferação de publicações de divulgação científica destinadas ao público leigo. Há canais televisivos que se dedicam exclusivamente a tratar de temas científicos. Enfim, a ciência se faz onipresente na vida contemporânea.

Mas por que damos tanto crédito à ciência? Como ela conquistou essa posição de destaque em nosso tempo? Por que a tratamos como a divindade contemporânea? Não existe outra maneira de responder a essas perguntas senão lançando luz na própria história da ciência a fim de tornar claro o processo que a levou a se tornar o conhecimento hegemônico no Ocidente.

A ciência é irmã da filosofia. Na aurora do pensamento racional, quando as mentes mais brilhantes do mundo grego voltaram-se para a inteligência da natureza, a busca da *ἀρχή* da φύσις pelos filósofos pré-socráticos não marcou apenas o nascimento da filosofia, mas também a gênese do pensamento científico ocidental.

Nesse primeiro momento, a indiferenciação entre filosofia e ciência é patente. Não existia ainda um método próprio para a ciência. Tudo era pensamento. A razão trabalhava ao lado da observação, da imaginação e da intuição na descoberta do mundo. Por conseguinte, as narrativas fantásticas dos mitos de origem cediam pouco a pouco o seu lugar para um novo cosmos, fundado especialmente na observação e na reflexão.

Com os gregos a ciência ganhou o *status* de conhecimento racional e verdadeiro. Assim foi com Platão, para quem a ciência (*ἐπιστήμη*) dizia respeito ao conhecimento das formas, às quais correspondiam às verdades eternas e imutáveis. Destarte, a ciência traduzia-se por um conhecimento verdadeiro, contrapondo-se à opinião (*δόξα*). Já para Aristóteles a ciência era o conhecimento das causas das coisas. Tratava-se de um conhecimento ao mesmo tempo empírico e explicativo, reunindo indução e dedução.

A herança grega chegou até a modernidade, consolidando-se na relação entre razão, ciência e verdade em Descartes, para quem o objetivo da ciência era usar o método analítico

para formar uma descrição racional completa de todos os fenômenos naturais num único sistema preciso de princípios mecânicos regidos por relações matemáticas⁵.

Mais tarde, Newton seguiu por esse mesmo caminho traçado por Descartes. A sua mecânica possuía um modelo matemático perfeito. Porém, havia algo que escapava à noção cartesiana de que a ciência deve ter por princípio ideias claras e evidentes. Tratava-se da concepção newtoniana da gravidade. Newton demonstrou matematicamente como a gravidade exercia o seu poder de atração entre os corpos, mas não compreendia como essa atração à distância se dava. Um triunfo constrangedor da percepção matemática sobre a percepção racional do fenômeno, esclarecido mais tarde por Albert Einstein que demonstrou ser a gravidade efeito da curvatura do espaço-tempo em presença de corpos massivos.

O grande êxito da ciência em nossa época não se deve apenas ao fato de ter o conhecimento científico se atrelado ao valor de verdade construído pela filosofia ocidental. Outro fator importante para a consolidação do *status* da ciência é a sua consequência prática. Ainda que alguns cientistas torçam o nariz para esse fato, afirmando que a ciência não deve ter outra tarefa além de descrever, com a maior exatidão possível, os eventos por ela investigados, não se pode negar o desenvolvimento técnico e tecnológico resultantes do avanço do conhecimento científico. Parece que a ciência moderna seguiu a orientação contida na concepção baconiana de melhorar a vida do homem na Terra. Embora se possam fazer ressalvas quanto ao sentido da palavra “melhorar”.

São inegáveis os préstimos que as técnicas e as tecnologias derivadas da atividade científica trouxeram para a vida cotidiana. Os humanos lidam diariamente com máquinas e aparelhos que os auxiliam a realizar as mais diversas tarefas. A praticidade dos resultados obtidos a partir das várias áreas abrangidas pela pesquisa científica ajudou a edificar a adoração que o homem contemporâneo tem pela ciência.

A crença estabelecida na verdade científica e os benefícios materiais e sociais trazidos pela ciência constituem a marca distintiva do nosso tempo. A nossa percepção do conhecimento científico, portanto, baseia-se em uma ideia utilitarista. Se a produção científica for capaz de ser convertida em algo útil, não se atendo às bobagens filosóficas inerentes à sua própria constituição, então nos regozijamos por possuímos um conhecimento sólido o suficiente para orientar nossa vida diária, assim, como noutros tempos a religião o fazia.

Grandes cientistas se declaram ateus e escrevem livros sobre os malefícios das religiões. O Ateísmo é propagado com única crença possível e verdadeira. Deus não

⁵Sobre esse tema cf. BURTT, 1983, capítulo IV.

existe! Sua existência é mentirosa e perigosa. Devemos acabar, exterminar com seus seguidores. A ciência não pode conviver com pensamentos religiosos. Somos a única fé permitida. A ciência deve ser divulgada, imposta, massificada, por todos os cantos e por todos os tempos. Nossos templos são nossas universidades. Nossos laboratórios nossas igrejas, nossos aceleradores, Deus. Amém! (KUBRUSLY, 2010, p. 7).

Vivemos numa época em que os valores éticos se encontram em constante transformação, na qual substituímos a essência pela aparência. Assim, futuramente, quando olharmos em retrospectiva a nossa confiança cega na ciência, veremos uma comunidade aparentemente avançada, construída sobre as bases firmes da verdade científica, mas que abriu mão de uma reflexão mais geral sobre si, e não soube se renovar, uma vez presa ao dogmatismo da fé que abraçou? Ou encontraremos uma ciência não dogmática, capaz de transcender-se constantemente graças às especulações não científicas, reinventando-se como uma fênix que se ergue das cinzas da explicação, renovando-se no mistério (BURTON e GRANDY, 2004, p. 328).

O nosso principal objetivo é mostrar que a ciência não pode se privar de um pensamento sistemático mais generalizador, que parta da observação, mas que não se detenha apenas no método experimental. Seguiremos a orientação de Whitehead, quando diz:

Os primeiros princípios metafísicos jamais podem ficar sem exemplificação. Nunca surpreendemos o mundo natural tirando férias do seu domínio. Assim, para a descoberta da metafísica, o método de sujeitar o pensamento à sistematização estrita da discriminação detalhada, já realizada pela observação antecedente, falha. Esse colapso do método do empirismo rígido não se limita à metafísica. Ele sempre ocorre quando buscamos uma generalidade maior (1985, p. 4-5, tradução nossa).

Advogamos em favor da metafísica como coadjutora da ciência na compreensão da realidade. Entendemos que as noções hauridas pelo método científico, em maioria, são redutoras, graças à própria necessidade de especificidade da ciência, necessitando de um solo mais amplo de compreensão, fornecido pela metafísica.

Por conseguinte, o assunto desta tese não é propriamente a filosofia da ciência, tal como foi consagrada pelos grandes epistemólogos que se dedicaram a uma análise detalhada da ciência a partir de sua própria conformação interna, muitas vezes ainda tocados pela execração positivista da metafísica.

Pretendemos mostrar que a ciência moderna e a ciência contemporânea possuem fundamentos metafísicos distintos, correspondentes às necessidades teóricas de cada época. Assim, começaremos pelo fundamento metafísico da ciência moderna, o conceito de substância.

1.2. A Metafísica Clássica ou da Substância

De Aristóteles a Kant, e talvez um pouco mais além, o conceito de substância individual desempenhou um papel de destaque nas tentativas dos metafísicos de caracterizar a realidade e pensar reflexivamente sobre os termos de tal caracterização. Qualquer tentativa de realizar uma análise da substância deve debruçar-se sobre os esforços desses grandes filósofos do passado na caracterização desse conceito. A seguir, passaremos em revista as concepções de substância em Aristóteles e Descartes, mostrando como essa noção surgiu no pensamento filosófico e de que maneira ela contribuiu para a construção da ciência moderna.

1.2.1. Aristóteles

A palavra metafísica não pertencia ao vocabulário filosófico até que, no século I a.C., ao compilar e classificar a obra de Aristóteles, Andrônico de Rodes, discípulo da escola peripatética, a utilizou para denominar o conjunto dos escritos aristotélicos sobre a Filosofia Primeira ou Teologia. Estes textos foram intitulados *τα μετά τα φυσικά* (metafísica), porque, pela ordem, encontravam-se logo depois da obra sobre a natureza (*Φυσικά*). Apesar de se discutir, ainda hoje, se a escolha do título foi proposital ou se apenas obedeceu a uma ordem classificatória⁶, o termo metafísica passou, desde então, a designar a disciplina filosófica que trata dos primeiros princípios e das causas primeiras.

A metafísica aristotélica pode ser compreendida a partir de duas perspectivas distintas. Ela tanto pode se referir ao fundamento último da realidade, como também aos entes existentes. No primeiro caso, entende-se a metafísica como a ciência que busca pensar Deus como princípio. No segundo, trata-se de pensar a metafísica como uma ontologia, ou seja, como a ciência do ser enquanto ser.

A ontologia de Aristóteles se institui a partir da crença na existência de um mundo exterior, completamente independente da mente humana, onde se encontram os entes. Portanto, a primeira característica da sua metafísica é o realismo.

O exame da razão sobre os entes conduz à elaboração das categorias, que são os tipos mais elevados ou mais gerais sob os quais os entes podem ser classificados. O Estagirita as

⁶ Cf. REINER, Hans. “O Surgimento e o significado original do nome Metafísica”. In ZINGANO, 2005, p. 93- 122.

dividiu em dez: substância; quantidade; qualidade; relação; lugar; tempo; estado; hábito; ação e paixão.

Tradicionalmente, tendeu-se a pensar as categorias enfatizando o seu teor lógico. No *Organon* – o conjunto dos textos aristotélicos sobre a lógica – existe um escrito intitulado *Categorias*. Em grego, *κατηγορία* significa predicado, aquilo que se diz de um sujeito. Assim, do ponto de vista lógico, as categorias significam as noções supremas às quais devem ser referidos os termos nos quais se decompõem o juízo lógico, ou seja, a proposição: sujeito e predicado.

Contudo, há outra acepção para as categorias, desta vez ontológica: são as divisões originárias do ser. Constituem aquilo pelo qual uma substância (οὐσία) é e o que a faz se distinguir de todas as outras substâncias. Mas o que vem a ser a substância para Aristóteles? Segundo o Mestre do Liceu, a substância pode ser tomada em vários sentidos: como princípio (ἀρχή); causa (αἰτία); substrato (ὑποκείμενον) e essência (το τι εἶναι).

Aristóteles atribui à substância a capacidade de persistir às mudanças, constituindo a essência daquilo que é (o ente). Recorrendo às dez categorias, podemos afirmar que a substância é o substrato sobre o qual operam as outras nove categorias ou acidentes. Infensa às mudanças, a substância permanece sempre idêntica a si mesma e torna-se o principal objeto da metafísica.

Tomada como essência dos entes, a substância está ligada à individualidade de cada ente. Isto significa dizer que todo ente possui uma característica inerente, cuja peculiaridade é atribuída à forma. Mas a forma de per si é inócua, ela precisa do aporte da matéria sobre a qual agir. Os acidentes também carecem da matéria. Eles não modificam a forma substancial, atuando apenas na matéria. Assim, um indivíduo humano possui a essência humana dada pela forma que a sua matéria toma, e que é a mesma para qualquer indivíduo humano. Contudo, se a forma faz com que os indivíduos humanos se assemelhem, os acidentes da matéria caracterizam as diferenças individuais.

Com isso, diante da pergunta “o que existe?”, a única resposta plausível é afirmar a existência dos entes individuais. Estes podem ser agrupados de acordo com as semelhanças que compartilham entre si. Então, os indivíduos humanos, assemelhando-se pela forma, podem ser reunidos em um mesmo grupo. Dessa maneira, podemos generalizar e recorrer a um universal capaz de se referir à totalidade de indivíduos humanos. Quando dizemos “ser humano” ou “humanidade”, estamos agrupando indivíduos semelhantes por suas formas substanciais. Esses universais representavam, para Aristóteles, as substâncias segundas, sendo substâncias primeiras os entes existentes no mundo exterior. Percebe-se que a ontologia

aristotélica anda *pari passu* com a sua lógica. Ou se quisermos, a sua teoria do conhecimento apoia-se na própria estrutura ontológica do mundo.

Por sua vez, o esquema ontológico do Estagirita, cuja principal característica é o hilemorfismo – segundo Aristóteles toda substância é um composto de matéria (hylé) e forma (morphé) –, foi determinante para o seu pensamento físico. Na sua física, a principal preocupação é com a dinâmica que anima as substâncias:

O corpus aristotélico parece apresentar duas visões diferentes sobre as fontes finais do movimento no mundo. Um ponto de vista, que encontrou destaque em *Física II* e *De Cielo*, encontra as fontes do movimento em corpos naturais autônomos. A outra visão, encontrada em *Física VII* e *VIII*, nos capítulos finais da *De Generatione et Corruptione*, no *De Motu Animalium*, e no livro Λ da *Metafísica*, encontra fontes de movimento em motores externos, e, finalmente, em uma substância imaterial completamente atual, o primeiro motor imóvel (GRAHAM, 1996, p. 171).

O movimento (κίνεσις), um dos principais fatores para a mudança no mundo físico, é tratado por Aristóteles a partir da adoção dos conceitos de ato (ἐνέργεια ou ἐντελέχεια) e potência (δύναμις). Segundo Lima, a ideia de efetividade, que bem representa o conceito de ato, pode ser designada em seus dois aspectos distintos, seja por ἐνέργεια, “que contém a ideia de força, trabalho, atividade criadora, energia” (2005, p. 25), seja por ἐντελέχεια, “que encerra o significado de acabamento, complementação, realização de alguma coisa com perfeição” (Ibid., p.25). Por sua vez, o conceito de potência pode ter um significado estritamente físico (δυνατόν), referindo-se apenas à “força para promover o movimento ou mudança em outro, portanto, expressa preferencialmente o sentido cinético” (Ibid., p. 27-28), ou compreendida como δύναμις, “que é a potencialidade para passar a um novo estado, expressando preferencialmente o sentido metafísico e, portanto, uma relação intrínseca com a matéria” (Ibid., p. 28).

Aristóteles divisa, entre outros⁷, dois tipos de potência, uma ativa e outra passiva. A primeira é uma faculdade de agir, de produzir um efeito; a segunda é uma aptidão para sofrer um efeito. Não se deve confundir a potência com a possibilidade lógica, pois esta pode ser entendida como “aquilo que não é necessariamente uma falsidade, [...] aquilo que é verdadeiro, [...] aquilo que tem a possibilidade de ser verdadeiro” (ARISTÓTELES, 2006, p. 150).

Como já vimos, a substância é composta de matéria e forma. A forma está ligada ao ato, enquanto a matéria relaciona-se com a potência. Como afirma Marilena Chaui, “a forma,

⁷ Sobre os cinco tipos de potência que Aristóteles analisa na metafísica – potência ativa, potência passiva, potência como apatia, potência para agir bem e potência para padecer bem, cf. LIMA, 2005, p. 32-35.

por ser sempre um ato ou *enérgeia*, é o real (o atual); a matéria, por ser sempre uma potência ou *dýnamis*, é o virtual (o que está à espera de vir a ser)” (CHAUI, 2002, p. 398).

Soa-nos de maneira estranha essa afirmação de que a matéria é virtual. Mas por ora, não iremos tecer maiores comentários sobre esse tema, o qual será retomado posteriormente, quando tratarmos da noção de potência em Heisenberg e na física moderna. Por ora fiquemos apenas com a perspectiva aristotélica de que a substância é o substrato da forma material.

O virtual encontra-se latente no atual, ou seja, a potência é uma tendência a ser algo ainda não realizado. Portanto, a não realização da potência não significa que ela não seja um princípio do próprio ser. A matéria é responsável pela finitude dos seres, ou seja, ela limita a forma e o ato. Para Aristóteles, apenas os seres imateriais, que são exclusivamente formais, são perfeitos, imóveis e eternos, ou seja, são atos puros.

1.2.2. René Descartes

Educado em La Flèche, Descartes teve contato com os ensinamentos tomistas, o que se refletiu, posteriormente, na manutenção da noção de substância em sua metafísica. A metafísica cartesiana sustenta-se sobre um tripé bem articulado de diferentes substâncias: Deus, mente e matéria.

A distinção entre mente e matéria, ou seja, a diferenciação entre *res cogitans* e *res extensa* é apresentada por Descartes em suas *Meditações Metafísicas*, especificamente na segunda e na sexta meditações. A *res cogitans* equivale à pura subjetividade, isto é, à consciência que não pode deixar de se reconhecer como tal. Ela não pode ser colocada em dúvida e resplandece como o princípio da evidência. Descartes chega a ela a partir do processo da dúvida metódica, com o qual excluiu a possibilidade de se alcançar qualquer certeza a partir da corporeidade. Logo, a *res cogitans* é incorpórea, imaterial e inextensa. Dessa maneira opõe-se à *res extensa* que ocupa lugar no espaço e cuja corporeidade pode ser percebida pela sensibilidade e representada na consciência, além de poder ser decomposta em suas partes mais simples. Percebe-se, portanto, que a *res extensa*, por seu caráter corporal, é passível de ser geometrizada. Com Descartes, as ideias matemáticas tornam-se os instrumentos que possibilitam um conhecimento verdadeiro do mundo material. O quadro resultante das especulações metafísicas cartesianas pode ser sintetizado como “[...] um mundo que consiste em uma enorme máquina matemática, estendida no espaço; e outro mundo que consiste de espíritos pensantes, sem extensão” (BURTT, 1983, p. 96). Destarte, o dualismo

substancialista torna-se a marca indelével do legado metafísico de Descartes para o modelo mecanicista do mundo.

O mundo, tal como Descartes o imagina, é uma máquina. Mas uma máquina não opera sem que alguém ou algo dê a partida para o seu funcionamento. Isto significa que toda máquina precisa de uma causa que a faça funcionar. Se um pouco antes, ao falarmos da substância, afirmamos que há certa proximidade entre as concepções tomista e cartesiana, o mesmo não ocorre quando se trata da causa do movimento do mundo físico. Nesse ponto, Descartes afasta-se de qualquer princípio teleológico, bastando-lhe afirmar que o Criador é a causa eficiente do movimento da matéria que segue se movendo ordenadamente devido apenas ao seu concurso geral. Esse concurso geral é descrito pela teoria dos vórtices, segundo a qual a Terra, os planetas e o Sol encontram-se imersos em uma matéria inicial, o éter. Este é forçado a uma determinada quantidade de movimentos por ação divina e cai numa série de remoinhos e vórtices, onde os objetos visíveis são arrastados ou impelidos em direção a certos pontos centrais ou órbitas pelas leis do movimento dos vórtices. Este é um universo inteiramente matemático, onde encontramos objetos extensos e movimento passíveis de serem descritos geometricamente. Essa descrição geométrica do mundo físico prescinde da divindade, ancorando-se somente nas ideias matemáticas que a mente humana pode apreender. O mundo físico é, então, comparável a um mecanismo cujas engrenagens seguem um movimento coordenado e contínuo, onde há apenas forças de contato, sem ação à distância, ao qual Boyle, Locke e Leibniz irão comparar a um grande relógio posto em movimento por Deus.

O universo mecânico de Descartes tem fundamento na *res extensa*, é claro. Mas exatamente por isso, o problema do movimento de um tipo especial de *res extensa*, o corpo humano, acaba por se tornar uma questão intrincada e complexa, uma vez que o corpo humano é habitado por outra espécie de substância, a *res cogitans*. Como dissemos anteriormente, as duas substâncias que formam o ente humano derivam da substância divina. Entretanto, assim como acontece com a matéria inanimada, que tem Deus como causa eficiente do seu movimento, mas que continua se movendo no mundo físico por causa das leis do movimento dos vórtices, também o corpo humano possui uma causa eficiente para o seu movimento: a substância inextensa, isto é, a própria *res cogitans*. O ser humano deve ser entendido, pois, como o resultado da interação entre mente e corpo, entre *res cogitans* e *res extensa*. A questão de saber como se dá essa interação é o que caracteriza o assim chamado problema mente-corpo. Com efeito, a pergunta chave para a resolução do problema mente-

corpo é a seguinte: como uma substância inextensa pode causar o movimento de uma substância extensa? Descartes tenta respondê-la em sua última obra, *As Paixões da alma*.

Nessa obra, Descartes dedica-se a esclarecer a distinção entre o corpóreo e o incorpóreo, buscando estabelecer a forma em que se dá a interação entre a mente e o corpo. Do ponto de vista do dualismo cartesiano, sensações corporais emergentes e fenômenos similares, que não podem surgir senão em relação a um sujeito consciente, não existem nem para o corpo, nem para a mente, mas para a entidade única constituída por sua união especial e que ele denomina natureza humana.

É interessante observar que Descartes tenta uma solução fisiológica para o seu problema filosófico. Influenciado pelas descobertas de Harvey, o filósofo percebeu em suas dissecações que o corpo humano é uma complexa rede de circulação de diferentes fluidos que seguem o ritmo do coração e agem sobre os músculos, transportando nutrientes e sucos por todo o corpo. Na fisiologia, os nervos desempenham um papel crucial, embora ainda pouco conhecido: os espíritos animais – essas partes muito sutis do sangue que entram no cérebro, que não têm outra propriedade, exceto que são corpos muito pequenos e que se movem muito rapidamente e penetram nos músculos através dos nervos, movendo o corpo em todas as diferentes formas nas quais ele pode ser movido – permanecem pouco conhecidos. Descartes constatou a estreita ligação entre os circuitos neurais (em especial o nervo ótico) e o cérebro. Este recolhe as diversas sensações (sons, cheiros, gostos, calor, dor, fome, sede, e em geral todos os objetos dos nossos outros sentidos exteriores assim como dos nossos apetites interiores) e pode gerar, sem o concurso da alma, movimentos involuntários, como os reflexos.

O corpo adquire em consequência uma autonomia suficiente para permitir a vida, de modo que, o que causa a morte é menos a saída da alma do que a corrupção do corpo. O corpo é, pois, um autômato movido pelas forças complementares ou antagonistas dos fluidos que circulam nele sob a ação do coração. É fácil de entender, então, que de tudo que há na natureza humana, só os pensamentos pertencem à mente.

Descartes estabelece, assim, uma conexão psicofísica entre a alma e o corpo. A dualidade humana se mostra paradoxal, pois se a mente procede de uma vontade que não tem nada de material, as ações que ela realiza e as paixões que ela sofre possuem raízes físicas. Os sentidos são os canais que ligam o mundo à consciência por intermédio das percepções. Outros canais são percorridos pelos espíritos animais, permitindo traduzir as volições em atos que produzem o movimento corporal. Emoções e movimentos se unem para dar à mente uma dimensão mais corporal do que ela tinha inicialmente. Mas onde se dá de fato essa conexão?

Em que lugar mente e corpo se integram? Segundo Descartes, a responsável pela interação entre mente e corpo é a glândula pineal, situada no centro do cérebro e acima dos dutos nervosos que levam os espíritos animais para todo o corpo.

Se o problema proposto é originariamente metafísico, ou pelo menos se situa, como vimos, no âmbito das especulações metafísicas do autor, a sua resolução não pode ignorar a concepção mecanicista do mundo físico, uma vez que o corpo, a *res extensa*, pode ser considerado um mecanismo e a mente, a causa eficiente do movimento desse mecanismo. Dessa maneira, a nosso ver, há uma relação imprescindível entre física e metafísica no pensamento cartesiano, que não deve e nem pode ser negligenciada.

1.3 A Metafísica da substância e a ciência moderna

A hipótese que sustentamos acerca da influência da metafísica substancialista na ciência moderna, encontra eco nas palavras do físico Werner Heisenberg, que trata do tema nos seguintes termos:

A mecânica newtoniana começa com o conceito de substância. Ela presume que todo corpo consiste em uma determinada quantidade de matéria que não é influenciável pela forma ou pelas alterações do movimento, uma quantidade de matéria que pode ser designada como a sua massa (2009, p. 35).

Albert Einstein e Leopold Infeld, também escrevem sobre o predomínio da visão mecânica na ciência, que demonstra a grande influência dos conceitos mecanicistas-materialistas sobre a ciência moderna.

A ciência que faz a conexão da teoria com a experiência começou realmente com o trabalho de Galileu. Seguimos as pistas iniciais conducentes às leis do movimento. Durante 200 anos de pesquisas científicas força e matéria foram os conceitos básicos de todos os esforços para compreender a natureza. É impossível imaginar-se uma sem a outra, porque a matéria demonstra a sua existência como uma fonte de força por sua ação sobre outra matéria (2008, p. 53).

Esse quadro só começou a se modificar no século XIX, com as pesquisas sobre o calor e os fenômenos elétricos e magnéticos, e a subsequente construção teórica do eletromagnetismo.

Acreditamos que o materialismo moderno tenha se reforçado com a concepção de Descartes, segundo a qual o universo era concebido como uma máquina que opera a partir de

princípios mecânicos. Restava apenas saber como esses princípios mecânicos funcionavam. É então que entra em cena Sir Isaac Newton.

A teoria cartesiana dos vórtices não logrou êxito ao não explicar as elipses de Kepler, abrindo espaço para a mecânica newtoniana. Os elementos da ontologia de Newton são a massa, o espaço e o tempo absolutos (BURTT, 1983, p. 189-201) e as forças ou leis naturais que regem o movimento.

As bases do materialismo físico moderno encontraram, assim, em Descartes e Newton os seus melhores construtores. Como Edwin Burtt escreve em seu livro: “Em Newton, a metafísica cartesiana, interpretada ambigualmente, e destituída da sua clara pretensão a considerações filosóficas sérias, finalmente derrubou o aristotelismo e tornou-se a visão do mundo predominante nos tempos modernos” (1983, p. 188).

A afirmação de Burtt sobre a maneira como Newton lidou com a metafísica cartesiana precisa ser esclarecida em dois aspectos. O primeiro diz respeito à interpretação “ambígua” dessa concepção metafísica pelo físico inglês. O segundo, concerne à destituição “da sua clara pretensão a considerações filosóficas sérias”.

Quanto à interpretação newtoniana da metafísica cartesiana, recorremos ao artigo de Mario Barbatti, que é muito esclarecedor sobre esse ponto:

Newton tem os pés em dois mundos: critica violentamente Descartes e argumenta tal como ele; radicaliza contra o movimento relativo, mas não se liberta do modelo de turbilhões. Critica o ateísmo cartesiano, mas não rejeita a filosofia mecânica. Newton enuncia numa fórmula simples: “Movimento é a mudança de lugar”. Mas ele conhece toda a implicação desta definição de movimento. Em especial, está nela embutida a tese do espaço absoluto, que aparece nos escritos de Newton pela primeira vez aqui no *De Gravitatione* (1997, p. 60).

O problema concernente ao conceito de espaço também traz implicações metafísicas:

Importante que para além da crítica em termos físicos sobre as contradições que envolveriam o movimento definido relativamente, haveria um problema de nível metafísico nesta hipótese. O espaço, para Newton, não pode ser apenas a consequência da relação entre corpos, precisa ter existência concreta e necessária, desde que o ser precisa necessariamente existir em algum lugar e Deus precisa existir em todos, isto não era um problema para Descartes, o que nos leva à outra ficção cartesiana, a separação entre ‘coisa pensante’ e ‘coisa extensa’ (1997, p. 61).

Em seu artigo, ao tratar daquilo que Newton chamava de as “ficções cartesianas”, Barbatti as relaciona da seguinte maneira: a primeira das ficções trata do movimento relativo, no qual o movimento é definido em relação aos corpos vizinhos; a segunda ficção cartesiana é a separação entre mente e matéria; e a terceira ficção diz respeito à concepção de infinito, que

Newton concebe de forma absoluta e concreta. A ideia de que a metafísica cartesiana contenha em si ficções já a destitui de sua pretensão a considerações filosóficas sérias.

Interessa-nos, especificamente, a segunda dessas ficções, uma vez que ela põe em destaque a noção de substância. A contrariedade de Newton em relação à concepção dualista de Descartes fundamenta-se na crítica à “ateização da filosofia natural, através de um deslocamento de causas eficientes de Deus para a mecânica” (BARBATTI, 1997, p. 69). Newton parece recuperar o conceito de substância que o próprio Descartes havia enunciado nos *Princípios de Filosofia*: “uma coisa que existe de modo tal a não depender de quaisquer outras coisas para sua existência” (1993, p. 76). Segundo Barbatti, o objetivo de Newton era

o de restituir o papel central de Deus nas explicações dos fenômenos naturais, sem, no entanto, abrir mão de uma física, o que é possível desde que Deus é concebido como ser inteligente e perfeito, e sua perfeição é garantia da imutabilidade de sua vontade e da ação determinística. Recolocar Deus no mundo, na prática é feito através da defesa radical anti-dualista da tese metafísica de que tudo que existe, existe no espaço (ou seja, possui extensão). Assim Deus é extenso, à sua maneira, e justamente sua perfeição leva à necessidade do espaço absoluto como efeito direto de sua existência (1997, p. 69).

Nesse ponto podemos retomar a afirmação de Burtt de que em Newton o cartesianismo passou a ser a visão de mundo nos tempos modernos. De fato, a concepção mecânica – nela inserida a ideia de um éter que permeia todo o espaço – torna-se a principal configuração física para a descrição dos fenômenos naturais. A filosofia natural que sustenta a visão científica do mundo estabelece-se com uma nítida influência metafísica, ainda centrada no conceito de substância.

Tian Yu Cao, comentando o caráter substancialista do éter na concepção mecânica, afirma que

A ideia de um éter teve uma longa história, e Newton não foi o seu iniciador. Ela era tão central para a visão mecânica do mundo que desde o começo da filosofia mecânica tornara-se muito popular na literatura. A razão para isso era que a substância etérea poderia fornecer um meio para transmitir movimento à distância e, mais importante, uma variedade de fluidos etéreos possuindo qualidades não-mecânicas poderia ser disposta para explicar vários fenômenos não-mecânicos, tais como coesão, calor, luz, eletricidade, magnetismo e gravitação. Por exemplo, Descartes e seus seguidores propuseram vários eflúvios para explicar fenômenos ópticos, elétricos e magnéticos (1997, p. 27, tradução nossa).

Ainda segundo Cao (Ibid., p. 27), Newton tentou dar uma explicação causal da gravidade, apelando a uma concepção da substância etérea como um meio sutil para transmitir ações ou mediar agentes para efeitos não-mecânicos, que se supunha ser de uma natureza

diferente da do mecanismo. Eles eram raros, invisíveis e intangíveis, capazes de penetrar corpos brutos e permeando todo o espaço.

Entretanto, o éter concebido por Newton continha uma característica importante que sinalizou um afastamento da filosofia mecânica. Mesmo consistindo de partículas materiais, inertes em sua natureza, o éter possuía forças repulsivas ativas e que não podiam ser reduzidas à inércia. Por ser um agente ativo da gravidade, ou mais genericamente ainda, por ser uma substância ativa, o éter era o princípio metafísico da constituição das forças (CAO, 1997, p. 28).

Cao considera a atividade como parte da definição de substância na ciência moderna. Isto se dá porque a ideia de éter como uma substância ativa, escondida nos escritos especulativos de Newton, encontrou em Leibniz um articulador capaz de desenvolvê-la mais claramente. Leibniz considerava que o mundo inteiro, desde os corpos comuns até os raios de luz, era permeado por uma matéria sutil. Esta permeava também o espaço na forma de eflúvios ou de substância imaterial, compostas por uma força plena. A força plena era uma substância ativa relacionada à causa do movimento e da atividade dos corpos.

No entanto, Cao aponta uma dificuldade, segundo ele, já encontrada na concepção newtoniana do éter, atinente à ideia de que “qualquer meio contínuo, ativo ou não, se consistir de partículas materiais, não pode fornecer uma base ontológica para um maneira alternativa de transmitir ações ao modo da ação à distância” (Ibid., p. 28, tradução nossa). A explicação para isso está no fato de que as partículas que formam o éter, tendo seus limites bem delineados, agem sobre outras partículas, requerendo a concepção de um meio contínuo.

Uma tal concepção, em que pese algumas especulações sobre a força plena, o fogo ou os eflúvios, surgiu apenas com a teoria ondulatória da luz de Thomas Young, em 1802, na qual se propôs um fluido elástico como o meio para a transmissão da ação à distância. Segundo Einstein e Infeld, “a discussão de todas as várias tentativas de compreender a natureza mecânica do éter como um meio para a transmissão da luz formaria uma longa história” (2008, p. 104).

1.4 A derrocada da visão mecânica na ciência moderna

A metafísica da substância esteve em voga junto à ciência enquanto foi capaz de suprir os princípios para a concepção mecânica do mundo. Contudo, no começo do século XIX, com o avanço da física em direção à teoria ondulatória da luz, o éter mecânico, essencialmente

corpúscular, cede terreno para uma nova elaboração do meio de transmissão da ação à distância, o qual passa a ser pensado como contínuo.

De início, o éter luminífero ainda foi concebido como se consistisse de partículas e forças agindo entre si (Navier e Cauchy). Apenas nos anos 1840, George Stokes e William Thomson, nos seus estudos matemáticos do éter luminífero, desenvolveram uma concepção de um “meio realmente contínuo e deformável, não consistindo de pontos adimensionais ou de corpos extensos mas rígidos com limites definidos” (CAO, 1997, p. 29).

Einstein e Infeld (2008, p. 104) atribuem a derrocada do ponto de vista mecânico ao fracasso da tentativa dos físicos de construir um éter como uma substância semelhante a uma geléia, já que as suposições que tiveram que fazer eram artificiais e antinaturais, embora não as expliquem, declarando-as pertencentes a um passado quase esquecido.

Não obstante a observação acima, podemos continuar a trilhar o caminho da transformação do éter mecânico em éter luminífero e examinar de que maneira a noção de substância, tal como era concebida pela visão mecânica da natureza, perdeu lugar na ciência.

Tian Yu Cao descreve o funcionamento do éter luminífero de Stokes e Thomson da seguinte forma:

Na sua nova concepção de um meio contínuo, a ação entre as porções infinitesimais do meio, nas quais podemos conceber a sua divisão, era transmitida por uma redistribuição da tensão, não de partes, através do meio inteiro, e a noção de força foi substituída pela de pressão e tensão agindo sobre porções infinitesimais do meio (Ibid., p. 29, tradução nossa).

Os estudos matemáticos de Stokes e Thomson eram procedimentos puramente formais para o cálculo de mudanças nas porções infinitesimais do meio contínuo. De acordo com Cao (Ibid., p. 29), o conceito de potencial, previamente desenvolvido por Laplace, Poisson e Green, e nitidamente conectado com a transmissão de ação num meio contínuo, foi um ponto fundamental nesses estudos.

Contudo, nem na teoria gravitacional de Laplace, nem na eletrostática de Poisson para a teoria de Laplace, um potencial era considerado como uma propriedade física real do espaço, mas apenas como uma propriedade potencial. Ele só tinha a potencialidade de exercer uma força de atração sobre as massas ou cargas introduzidas no espaço onde o potencial foi definido (Ibid., p. 29).

Havia duas maneiras de tratar o potencial: a primeira, com uma formulação integral; a segunda, com uma equação diferencial parcial. No primeiro caso, quando todas as ações entre as partículas distantes umas das outras eram integradas, um potencial não exibia transmissão contínua de ação através de um meio fisicamente contínuo, com a força em cada ponto de um

espaço sendo definida como a resultante de fontes agindo à distância. Desse ponto de vista, o conceito de um potencial parecia irrelevante para o estudo de meios contínuos (Ibid., p. 29). No segundo caso, já que as equações diferenciais colocam imediatamente em relação estados adjacentes de um sistema, elas se adequam à física para expressar a ação exercida entre porções contíguas de um meio contínuo (CAO, 1997, p. 29). Não é a nossa intenção avançar na análise matemática do potencial, mas, antes, dar a saber que, com as equações diferenciais, “a noção de potencial poderia ser transformada na noção de meio contínuo com realidade física” (Ibid, p. 30, tradução nossa).

Mas as coisas não estavam tão serenas nesse campo, como nos mostra Cao na seguinte passagem:

Transformar o potencial contínuo em um meio fisicamente contínuo estava em harmonia com o objetivo de buscar as causas eficientes das aparentes ações à distância. Mas como poderia ser possível tomar um dispositivo matemático que se supunha ser contínuo como uma representação de um meio físico se o meio era realmente descontínuo? (Ibid., p. 30, tradução nossa)

Talvez se devesse pensar a atenuação da descontinuidade em um processo físico, o que pode ser fisicamente imaginável, mas é metafisicamente insatisfatório. A não ser que se construísse um monismo substancialista do tipo spinoziano, o que contrariaria a concepção padrão da mecânica, na qual a substância tem propriedades corpusculares e descontínuas.

Nos anos 1840, físicos matemáticos lidaram com esse problema de diferentes maneiras. Para Stokes, a continuidade, a fluidez, ou a elasticidade não deveriam ser tomadas como efeitos macroscópicos das partículas constituintes, mas como uma condição que atingiria a perfeição apenas em uma substância perfeitamente contínua. Além disso, ele também considerou a determinação do movimento do meio contínuo a partir das equações da substância perfeitamente contínua (Ibid., p. 30). Nessa conjuntura, a concepção neoplatônica da realidade, segundo a qual o que é matematicamente verdadeiro é verdadeiro na realidade, entrou em jogo e auxiliou os físicos matemáticos a formar uma nova concepção da substância contínua.

Também os fenômenos elétricos e magnéticos foram descritos a partir da ideia de ação à distância. Os franceses Coulomb, Poisson e Ampère, e os alemães Weber e Helmholtz, tentaram encontrar a causa subjacente desse tipo de ação e explicá-las em termos de transmissão da ação em um meio contínuo (Ibid., p. 31). Posteriormente, Faraday sugeriu que as ações elétricas e magnéticas entre partículas vizinhas eram transmitidas por linhas de força. Maxwell elaborou a sua teoria do Campo eletromagnético como um meio mecânico, já que a

sua concepção do éter era baseada em um sistema dinâmico do tipo newtoniano. Segundo Cao,

Ele forneceu uma formulação matemática da concepção teórica do campo da ação elétrica e magnética. Mas ele não articulou completamente o seu conceito de campo, porque o seu campo era apenas concebido como um estado de um sistema dinâmico desconhecido, o éter. Quando ele foi específico, seu éter apareceu como um limite de um dielétrico de partículas polarizadas. Como um estado de tal substância mecânica, o campo não tinha um status ontologicamente independente, nem no sentido de ser irreduzível, nem no de ser igual à matéria (1997, p. 34, tradução nossa).

Em 1887, a teoria do éter sofreria um baque. O chamado experimento de Michelson-Morley, realizado pelos físicos norte-americanos Albert Michelson e Edward Morley. Nessa experiência, se o éter existisse, a velocidade da luz na direção de rotação ou de translação da Terra seria diferente daquela percorrida perpendicularmente a esses movimentos. Como essas duas velocidades são idênticas, Michelson e Morley concluíram que o objetivo do experimento fora alcançado, provando a não existência do éter.

Einstein e Infeld relatam a sucumbência da visão mecânica, demonstrando as suas falhas na explicação de alguns fenômenos.

[...] nós sabemos, através da mecânica, que o espaço interestelar não oferece resistência ao movimento dos corpos materiais. Os planetas, por exemplo, caminham através da geleia do éter sem encontrar qualquer resistência como a que um meio material ofereceria ao seu movimento. Se o éter não perturba a matéria em seu movimento, não pode haver interação alguma entre as partículas do éter e as da matéria. A luz atravessa o éter e também o vidro e a água, mas sua velocidade é alterada nestas duas últimas substâncias. Como pode esse fato ser explicado mecanicamente? Aparentemente, só admitindo-se alguma interação entre as partículas do éter e as da matéria. Vimos que não deve ser admitida a existência de tais interações no caso de corpos movendo-se livremente. Em outras palavras, há interação entre o éter e a matéria nos fenômenos ópticos, mas nenhuma nos fenômenos mecânicos! Trata-se certamente de conclusão muito paradoxal! (2008, p. 104-105)

E arrematam de forma categórica, relegando a explicação mecânica ao rol das descrições científicas ultrapassadas, ao afirmarem que “a ciência não teve êxito em realizar convincentemente o programa mecânico e hoje em dia nenhum físico acredita na possibilidade de seu cumprimento” (Ibid., p. 105).

Alfred North Whitehead (WHITEHEAD, 2006, p. 126), ao comentar o panorama científico do século XIX, afirma que quatro novas ideias foram introduzidas:

1. A ideia de campo de atividade física que abrange todo o espaço, mesmo onde haja um vácuo evidente;

2. A ideia de atomicidade, introduzida por John Dalton, para completar o trabalho de Lavoisier na fundação da química moderna.
3. A teoria da conservação da energia;
4. A teoria da evolução.

Todas essas ideias, segundo Whitehead, têm implicação na derrocada do materialismo científico, nome usado pelo filósofo inglês para se referir ao ponto de vista mecânico que dominou o pensamento científico ocidental, desde o início da revolução científica até o século XIX. Durante todo esse período, a metafísica da substância exerceu o papel de princípio de explicação ontológica para a instituição do pensamento científico. Eis o que pensa Whitehead acerca do materialismo científico:

Essa posição persiste, no entanto, ao longo de todo o período da cosmologia científica estabelecida, a qual pressupõe que a realidade última de uma matéria bruta irreduzível, ou material, estende-se por todo o espaço em um fluxo de configurações. Em si, uma tal matéria é absurda, sem valor, sem sentido. Apenas faz o que faz, seguindo uma rotina fixa imposta pelas relações externas que não emergem da natureza de seu ser (2006, p. 33).

O filósofo inglês considera o materialismo científico impróprio para a situação científica na qual ele se encontra, isto é, meados dos anos 1920. A seu ver, a ciência passa por uma grande transformação:

A ciência está tomando um novo aspecto que não é nem puramente físico nem puramente biológico. Está transformando-se no estudo dos organismos. A biologia é o estudo dos organismos maiores, ao passo que a física é o estudo dos organismos menores. Há outra diferença entre as duas divisões da ciência. Os organismos da biologia incluem como ingredientes os organismos menores da física, mas não há atualmente nenhuma prova de que os organismos menores da física possam ser analisados em organismos componentes (Ibid., p. 132).

Corolário imediato dessa transformação pela qual passa a ciência, de acordo com Whitehead, uma nova concepção metafísica se faz necessária. A noção de organismo torna-se central no ponto de vista de Whitehead, conduzindo-o à criação de uma filosofia do organismo que prioriza os processos em relação às coisas. Segundo Lewis S. Ford (1984, p. 22-23), pode-se agrupar as características básicas da filosofia do organismo em três tópicos que substituem alguns aspectos do materialismo científico:

1. A localização simples é substituída pela unidade preensiva;

2. O mecanismo materialista é transformado em mecanismo orgânico, envolvendo a evolução de organismos mais complexos;
3. A consciência é remodelada, de modo que já não é uma realidade independente, mas uma função de eventos corporais.

Por ora, não entraremos nos detalhes dessa nova concepção filosófica, o que deixaremos para fazer no capítulo 4, quando examinaremos mais detalhadamente a metafísica do processo, destacando a filosofia do organismo de Whitehead como uma possível fonte interpretativa para o conceito de potência, desenvolvido por Heisenberg.

Mas ainda há algo a dizer sobre a derrocada da concepção mecânica e do conseqüente revés sofrido pela metafísica da substância, no século XIX. Ao mesmo tempo em que as bases metafísicas da ciência moderna começaram a ruir, uma nova epistemologia veio à tona, acelerando esse processo ao introduzir a desconfiança e o descrédito nas especulações metafísicas. Tratava-se do positivismo e de sua inabalável fé na razão científica.

Na verdade, os princípios que viriam a nortear o positivismo já vinham se desenvolvendo desde o século XVIII, com as críticas de David Hume ao princípio da causalidade e ao conceito de substância, passando, então, pelo crivo de Immanuel Kant, pioneiro no problema da demarcação, que chegou aos nossos dias por intermédio da controvérsia entre Karl Popper e os pensadores do Círculo de Viena. Apesar das divergências entre esses filósofos, eles convergem sobre o ponto comum da extirpação ou da separação da metafísica do processo científico.

Em nossa tese, denominamos o período de apogeu do positivismo, seja filosófico ou científico, de “ciência sem metafísica”. No próximo capítulo nos ocuparemos com esse tema, abordando-o segundo uma perspectiva histórica, verificando, no final, se podemos, de fato, abrir mão da metafísica como fundamentação para a ciência.

2. A CIÊNCIA SEM METAFÍSICA

Como vimos no capítulo anterior, desde os gregos, metafísica e ciência sempre mantiveram uma relação estreita. Mas essa convivência nem sempre foi pacífica. Houve momentos de ruptura, durante os quais se atacou deliberadamente a metafísica, com o intuito de afastá-la da ciência.

Neste capítulo, abordaremos o ataque de David Hume à noção de substância e ao princípio de causalidade. Continuaremos seguindo a rota da crítica à metafísica no pensamento kantiano, investigando como o filósofo alemão pensou a distinção entre metafísica e ciência. Em seguida, examinaremos o advento do positivismo filosófico de Auguste Comte e do desenvolvimento do positivismo lógico, do Círculo de Viena, com suas objeções à metafísica e a crítica de Karl Popper ao verificacionismo. Por último, lançaremos luz sobre o positivismo dos cientistas, o chamado instrumentalismo.

Nosso propósito neste capítulo é o de verificar se essas tentativas de exclusão da metafísica foram exitosas ou não. Assim, um último tópico se faz necessário, no qual discutiremos os resultados dessas investidas contra a metafísica.

2.1. A crítica Humeana

Em *Tratado da natureza humana*, David Hume tece uma crítica ao conceito de substância. O cerne de seu arrazoado encontra-se na maneira como o homem elabora o conhecimento. Para ele, a fonte de todos os nossos conhecimentos é a experiência sensível. A mente tem, pois, as percepções como os seus objetos imediatos. Estas se dividem em dois tipos: as impressões, que são as marcas fortes e atuais das percepções, e as ideias, concebidas como lembranças de impressões não mais atuais, ou ainda como antecipações de impressões por intermédio da imaginação⁸. Em ambos os casos as ideias são cópias ou imagens desbotadas das impressões. Portanto, as ideias provêm das impressões. A impressão sensível é o fato originário do conhecimento.

⁸ Cf. Hume, 2009, p. 25-31; idem, 2008, p. 10-14.

Se o que apreendemos de um objeto é apenas uma série de impressões distintas umas das outras, não é possível que se desenvolva em nós a ideia de uma substância. Hume argumenta a favor dessa impossibilidade nos seguintes termos:

Eu gostaria de perguntar àqueles filósofos que fundamentam tantos de seus raciocínios na distinção entre substância e acidente, e imaginam que temos ideia clara de ambos, se a ideia de substância é derivada das impressões de sensação ou de reflexão. Se ela nos é transmitida pelos sentidos, pergunto: por qual deles? e de que maneira? Se é percebida pelos olhos deve ser uma cor; se pelos ouvidos, um som; se pelo paladar, um sabor; e assim por diante, para os demais sentidos. Acredito, porém, que ninguém afirmará que a substância é uma cor, ou um som, ou um sabor. Portanto, a ideia de substância, se é que ela existe realmente, deve ser derivada de uma impressão de reflexão. Mas as impressões de reflexão se reduzem às nossas paixões e emoções, nenhuma das quais poderia representar uma substância. Assim sendo, não temos nenhuma ideia de substância que seja distinta da ideia de uma coleção de qualidades particulares, e tampouco temos em mente qualquer outro significado quando falamos ou raciocinamos a seu respeito (2009, p. 39-40).

Nossas percepções são várias e distintas, mas por meio do princípio de associação procuramos dar a elas uma conexão constante e uma semelhança. Ou seja, quando percebemos uma maçã, por exemplo, apreendemos separadamente a sua cor, seu sabor e sua forma. Embora essas percepções sejam distintas, existe uma constância entre elas, com certa conexão, sempre que experimentamos uma maçã. Mas estaremos autorizados a declarar que existe uma substância como substrato das impressões que temos toda vez em que experimentamos a maçã? Hume nos responde:

A ideia de uma substância, bem como a de um modo, não passa de uma coleção de ideias simples, que são unidas pela imaginação e às quais se atribui um nome particular – nome esse que nos permite evocar, para nós mesmos ou para os outros, aquela coleção. Mas a diferença entre essas duas ideias consiste no fato de que as qualidades particulares que formam uma substância são comumente referidas a um algo desconhecido, a que supostamente elas são inerentes. Ou mesmo que essa ficção não ocorra, supõe-se ao menos que as qualidades particulares são conectadas, estreita e inseparavelmente, pelas relações de contiguidade e causalidade. O resultado disso é que, sempre que descobrimos uma nova qualidade simples que tenha a mesma conexão com o restante, imediatamente a incluímos entre as outras, ainda que ela não tenha feito parte de nossa primeira concepção da substância em questão (Ibid., p. 40).

O fato é que a nossa imaginação nos leva para além das nossas experiências. Imaginamos que há uma continuidade e uma uniformidade absoluta e necessária em nossas impressões. Destarte, a imaginação produz a distinção entre as percepções subjetivas e descontínuas, e os objetos reais que possuem uma existência continuativa, entre as ideias e as coisas. Explica-se, assim, a crença num mundo exterior, a qual acarreta o problema da correspondência entre os objetos e as ideias. Contudo, não há fundamento para esse problema,

pois as impressões, como marcas das nossas percepções, não nos permitem falar de uma realidade externa. Não há sequer um “ego” substancial, como o cartesiano. Na teoria humeana do “ego” como um feixe, “o universo é um contínuo aparecer e desaparecer sensível das consciências, por sua vez feixes de impressões subjetivas” (SCIACCA, 1968, p. 139).

Seguindo uma linha semelhante à usada na crítica do conceito de substância, Hume ataca a ideia de causalidade. Em *An enquiry concerning human understanding* (2008, p. 17), o filósofo inglês afirma que os objetos da razão podem ser divididos em dois tipos distintos: relações de ideias e questões de fato. As relações de ideias são constituídas por uma conectividade natural, ou seja, a imaginação age naturalmente passando de uma ideia a outra. Elas são “intuitiva ou demonstrativamente certas” (Ibid., p. 17, tradução nossa). Mas há uma ressalva importante aqui: “Proposições deste tipo são descobertas pela simples operação do pensamento, sem dependência do que é existente em algum lugar do universo” (Ibid., p. 17, tradução nossa). Por sua vez, as questões de fato não são da mesma natureza que as relações de ideias. Nós não temos nenhuma evidência de sua verdade pois se pode admitir a sua contradição, sem que isso implique em algum problema. O exemplo que Hume nos fornece é aquele sobre o nascer do sol. Tanto faz admitir-se que o sol nascerá ou não amanhã. Porque ambas proposições são inteligíveis. Caso contrário, a razão não poderia conceber, de modo algum, a proposição que afirma que o sol não nascerá amanhã.

Segundo Hume, o nosso esforço tem que se concentrar no exame das questões de fato, porque “parecem ser fundadas na relação de causa e efeito. Apenas por meio dessa relação podemos ir além da evidência de nossa memória e de nossos sentidos” (Ibid., p. 18, tradução nossa). Os homens buscam sempre a explicação de um fato num outro fato. Sigamos o raciocínio do nosso filósofo:

Um homem que encontra um relógio ou qualquer outra máquina numa ilha deserta, concluiria que houvera homens naquela ilha. Todos os nossos raciocínios sobre fatos são da mesma natureza. E supomos que há constantemente uma conexão entre o fato presente e aquele que é inferido dele. Nada os unia, a inferência seria inteiramente precária (Ibid., p. 18, tradução nossa).

Pode-se, de fato, deduzir a existência anterior de algum homem na ilha, pelo simples fato de se ter encontrado um relógio nela? O relógio não poderia ter chegado à ilha de uma outra maneira que não fosse por concurso humano? E se assim tivesse acontecido, a inferência sobre a existência anterior de homens na ilha não seria malsucedida? Portanto, não há como se inferir de um determinado fato a sua causa ou o seu efeito.

Isto significa que a relação entre causa e efeito não pode ser discernida racionalmente *a priori*. Ela necessita da experiência. Mas o que a experiência nos ensina? Que não há conexão necessária entre os fatos, mas apenas uma sucessão constante. Quando observamos repetidamente a mesma sucessão de eventos, por hábito, conectamos esses eventos de forma causal.

No entanto, as nossas experiências ou são atuais ou são passadas, isto é, ou temos impressões ou ideias que correspondem às nossas percepções. Não há percepção do futuro. Melhor dizendo, não há experiência do futuro. O fato de termos experienciado algumas vezes a sucessão de eventos, no passado, não nos permite afirmar que essa mesma sucessão ocorrerá no futuro. Não podemos afirmar categoricamente que vai chover, somente porque, várias vezes antes, vimos chover quando o céu estava nublado. A chuva é apenas uma possibilidade diante do fato de o céu estar nublado, não uma consequência necessária desse fato.

Sobre a maneira como se articula a crítica humeana à causalidade, podemos notar dois momentos distintos, como afirma Sciacca:

a) A relação entre causas e efeitos não pode ser conhecida *a priori*, mas somente por experiência (a nossa razão não pode efetuar por si só nenhuma indução concernente aos fatos); b) também depois que foi descoberta pela experiência, a relação não tem nenhuma necessidade objetiva, pois a conexão entre causa e efeito permanece arbitrária e, como tal, não é válida para os fatos futuros, mesmo se símiles (1968, p. 137).

Se a ideia de conexão necessária é arbitrária e inválida para os fatos futuros, de onde vem a nossa convicção nela? A conclusão dessa questão, como afirma Hume, é simples:

Toda crença, em matéria de fato e de existência real, procede unicamente de um objeto presente à memória ou aos sentidos e de uma conjunção costumeira entre esse e algum outro objeto. Ou, em outras palavras, como o espírito tem encontrado em numerosos casos que dois gêneros quaisquer de objetos — a chama e o calor, a neve e o frio — sempre têm estado em conjunção; se, de novo, a chama ou a neve se apresentam aos sentidos, o espírito é levado pelo costume a esperar calor ou frio, e a acreditar que esta qualidade existe realmente e que se manifestaria se estivesse mais próxima de nós. Esta crença é o resultado necessário de colocar o espírito em determinadas circunstâncias. É uma operação da alma tão inevitável como quando nos encontramos em determinada situação para sentir a paixão do amor sempre que recebemos benefícios; ou a de ódio quando nos defrontamos com injustiças. Todas estas operações são uma espécie de instinto natural que nenhum raciocínio ou processo do pensamento e do entendimento é capaz de produzir ou de impedir (2008, p. 33, tradução nossa).

O problema da causalidade talvez seja o tema mais discutido por filósofos posteriores, no âmbito da filosofia de Hume. Não há como negar a influência que exerceu sobre o pensamento de Immanuel Kant, o qual disse ter despertado do seu sono dogmático ao ler as

páginas de Hume. O positivismo de Auguste Comte também contém os ecos do pensamento de Hume. Da mesma maneira, eles ainda ressoam, no século XX, seja nas teorias dos filósofos do positivismo lógico, seja na epistemologia de Karl Popper. Enfim, a partir de Hume, estabeleceram-se os primeiros princípios para se separar a ciência da metafísica.

2.2. A Crítica kantiana

A palavra “crítica” tem um sentido bem preciso para Kant. Ela significa o exame da razão sobre os seus próprios limites. Na primeira crítica, os limites perseguidos dizem respeito àquilo que se pode conhecer. O filósofo alemão põe-se contra o dogmatismo, não contra o procedimento dogmático da razão no seu conhecimento puro, como ciência que se baseia em princípios *a priori* puros (KANT, 2001, p. 56). O dogmatismo, por sua vez, tem a

[...] presunção de seguir por diante apenas com um conhecimento puro por conceitos (conhecimento filosófico), apoiado em princípios, como os que a razão desde há muito aplica, sem se informar como e com que direito os alcançou. O dogmatismo é, pois, o procedimento dogmático da razão sem uma crítica prévia da sua própria capacidade (Ibid., p. 56).

Não é difícil perceber que a crítica de Kant ao dogmatismo pode ser compreendida como uma crítica da metafísica em geral. O que está em jogo, muito mais do que as condições necessárias para o conhecimento científico, é a validade dos conhecimentos metafísicos *a priori*. De que tipo são esses conhecimentos metafísicos *a priori*? Do tipo do *cogito* cartesiano. Isto é, para Descartes o conhecimento que se tem de si mesmo como uma “coisa pensante” é uma evidência, portanto, o acesso que se tem ao *cogito* não é construído por “uma crítica prévia da sua própria capacidade”, mas por intuição imediata. Esta intuição imediata de si mesmo é, usando os termos kantianos, *a priori*. Assim, o caráter apriorístico do *cogito* cartesiano carece de um exame crítico sobre as suas possibilidades.

Martin Heidegger, colocando-se na contramão das interpretações canônicas da *Crítica da Razão Pura*, interpreta-a como uma tentativa de fundamentação da metafísica, a partir da análise das estruturas racionais. Tratar-se-ia de uma espécie de refundação da metafísica como ciência.

A intenção da *Crítica da Razão Pura*, portanto, permanece fundamentalmente mal compreendida, se ela for interpretada como uma "teoria da experiência" ou mesmo como uma teoria das ciências positivas. A *Crítica da Razão Pura* não tem nada a ver com uma “teoria do conhecimento”. Se, de um modo geral, pode-se permitir a interpretação da *Crítica da Razão Pura* como uma teoria do conhecimento, então

que se dissesse que não é uma teoria do conhecimento ôntico (experiência), mas sim uma teoria do conhecimento ontológico. Mas mesmo com essa concepção, já longe da interpretação dominante da Estética e da Analítica Transcendental, não encontraríamos o que é essencial, a saber, que a ontologia como *Metaphysica Generalis*, isto é, como a parte básica da metafísica como um todo, está fundamentada, e aqui pela primeira vez, ela é vista pelo que ela é. Com o problema da transcendência, a "teoria do conhecimento" não é colocada no lugar da metafísica, mas sim a possibilidade interna da ontologia é questionada (1997, p. 11).

Sabemos que a leitura mais comum sobre as intenções de Kant na *Crítica da Razão Pura* e nos *Prolegômenos* está em consonância com as concepções positivistas e que, de um certo modo, Heidegger tenta trazer a discussão para o seu próprio terreno, ou seja, para a analítica existencial do “dasein”.

Heidegger desvia o foco da leitura tradicional da *Crítica*. Para ele não está em jogo o confronto entre as ciências positivas e a metafísica, mas, como ele declara, na controvérsia com Ernst Cassirer, “Kant não quis fornecer qualquer tipo de teoria da ciência natural, mas queria salientar a problemática da metafísica, ou seja, a problemática da ontologia” (Ibid., p. 194). Para Heidegger a *Crítica da Razão Pura* evidencia esse papel central da metafísica e é nele que devemos nos deter.

Embora concordemos com a intenção de Heidegger de restituir à metafísica a sua dignidade, entendemos que a interpretação neo-kantiana, destacando o papel central da teoria do conhecimento na obra de Kant, deve ser tomada como paradigma, já que exercerá grande influência na filosofia do final do século XIX e começo do XX. Um dos temas relevantes desse período concerne à distinção entre ciência e metafísica.

No que tange ao tema mencionado acima, parece-nos claro que existe uma tendência majoritária em aceitar a ideia de que é a partir da obra de Kant que o problema da demarcação se impõe. Seria a intenção de Kant mostrar que ciência e metafísica tratam de objetos diferentes, por intermédio de processos racionais diferentes. O conhecimento científico é empírico, enquanto a metafísica é apriorística. Ao responder a pergunta “como é possível a metafísica como ciência?”, Kant afirma que a “metafísica, como uma disposição natural da razão, é real; mas se considerada por si só, dialética e ilusória” (KANT, 1989, p. 114). Ou seja, o ser humano não pode evitar o confronto com as ideias metafísicas, pois ele estaria inclinado a elas por uma espécie de vocação natural. Mas não basta essa vocação natural, para que a metafísica faça algum sentido. É preciso exercer uma crítica de como essas ideias encontram-se na razão.

No prefácio à segunda edição da *Crítica*, Kant expõe a tarefa da sua obra dizendo que a sua finalidade é “[...] alterar o método que a metafísica até agora seguiu, operando assim

nela uma revolução completa [...]” (2001, p. 49). Portanto, ele não pretende pôr fim à metafísica, mas remodelá-la. Ainda no prefácio à segunda edição da Crítica, Kant nos prepara para a revolução copernicana que está por vir: “Esta mudança será contudo estabelecida no corpo da obra, a partir da natureza das nossas representações do espaço e do tempo e a partir dos conceitos elementares do nosso entendimento” (Ibid., p.49).

O cerne da revolução copernicana de Kant é a criação de um sujeito transcendental, que não tem nada em comum com a ideia de um sujeito individual. O sujeito transcendental kantiano é universal. Ele representa a estrutura *a priori* da razão. Como essa estrutura é constituída? Pelas formas *a priori* da intuição (o espaço e o tempo) e pelas categorias do entendimento. O que isso significa? Que Kant retira o sujeito do polo passivo do processo do conhecimento e o coloca no polo ativo.

O conhecimento passa a ser uma construção que envolve a forma doada pelo sujeito transcendental e o conteúdo, fruto da experiência. Esta última sendo concebida da mesma maneira que Hume a concebeu, ou seja, o resultado das nossas percepções sensíveis. Há um ponto a ser considerado aqui; para Kant, aquilo que os nossos sentidos apreendem não são as coisas nelas mesmas, mas as manifestações das coisas para os nossos sentidos, às quais deu o nome de fenômenos.

As percepções chegam aos sentidos como dados brutos, sem nenhuma elaboração prévia. Nesse momento, manifesta-se o sujeito transcendental em sua atividade intuitiva, que corresponde à ordenação dos dados brutos da percepção pelas formas *a priori* do espaço e do tempo. Depois de organizados pela intuição, os dados da percepção – as representações dos objetos – podem ser capturados pelo entendimento para a produção da síntese dos juízos. A possibilidade desta síntese é dada pelas categorias do entendimento, que são formas lógicas *a priori* do entendimento. Existem quatro espécies de categorias, cada uma com três tipos de conceito: 1. categoria de quantidade, formada pelos conceitos de unidade, pluralidade e totalidade; 2. categoria de qualidade, composta pelos conceitos de realidade, negação e limitação; 3. categoria da relação, com os conceitos de inerência e subsistência, causalidade e dependência, e comunidade; 4. categoria da modalidade, cujos conceitos são possibilidade-impossibilidade, existência-não-existência, e necessidade-contingência.

Nota-se aqui o avanço de Kant em relação a Hume. A causalidade não se encontra nas coisas externas, mas na própria razão. Ela é um conceito puro do entendimento humano. Isto significa que a causalidade pertence à estrutura humana de conceber as representações dos objetos externos. Dessa maneira, quando se estabelece uma relação causal entre dois

fenômenos, não há necessariamente uma correlação externa entre eles, mas sim uma necessidade interna da razão em apreendê-los segundo esse princípio.

Mas, e quanto à metafísica, ela é possível como ciência? Qual a principal característica das ciências? De acordo com Kant, “em todas as ciências teóricas da razão encontram-se, como princípios, juízos sintéticos *a priori*” (2001, p. 72).

Conforme o filósofo alemão, existem dois tipos de juízos: analíticos e sintéticos. Juízos analíticos são explicativos, isto é, o predicado já está contido no conceito do sujeito. Juízos sintéticos são extensivos, ou seja, o predicado é acrescentado ao conceito do sujeito. Estes últimos são juízos de experiência. Por consequência, os juízos analíticos são *a priori* e os sintéticos, *a posteriori*. No entanto, Kant postula a existência de um terceiro tipo de juízo que ele designa como sintético *a priori*, que é composto por um elemento *a priori* e um conteúdo *a posteriori*. Estes juízos são necessários para a razão especulativa elaborar a síntese *a priori* do conhecimento. O exemplo que Kant utiliza é o da causalidade:

Tomemos a proposição: Tudo o que acontece tem uma causa. No conceito de algo que acontece concebo, é certo, uma existência precedida de um tempo que a antecede, etc. e daí se podem extrair conceitos analíticos. Mas o conceito de causa está totalmente fora desse conceito e mostra algo de distinto do que acontece; não está, pois, contido nesta última representação. Como posso chegar a dizer daquilo que acontece em geral algo completamente distinto e reconhecer que o conceito de causa, embora não contido no conceito do que acontece, todavia lhe pertence e até necessariamente? Qual é aqui a incógnita X em que se apóia o entendimento quando crê encontrar fora do conceito A um predicado B, que lhe é estranho, mas todavia considera ligado a esse conceito? Não pode ser a experiência, porque o princípio em questão acrescenta esta segunda representação à primeira, não só com generalidade maior do que a que a experiência pode conceder, mas também com a expressão da necessidade, ou seja, totalmente *a priori* e por simples conceitos. Ora é sobre estes princípios sintéticos, isto é, extensivos, que assenta toda a finalidade última do nosso conhecimento especulativo *a priori*, pois os princípios analíticos sem dúvida que são altamente importantes e necessários, mas apenas servem para alcançar aquela clareza de conceitos que é requerida para uma síntese segura e vasta que seja uma aquisição verdadeiramente nova (Ibid., p. 71).

Kant defende a tese de que tanto a matemática quanto a física têm por princípios os juízos sintéticos *a priori*⁹. Mas e quanto à metafísica? Ela é possível como ciência? A resposta kantiana pode ser desdobrada em duas. Enquanto ciência dos fundamentos primeiros do conhecimento, a metafísica se identifica com a própria crítica. Todas as formas *a priori* do conhecimento são metafísicas, no sentido em que não provêm da experiência. E o conteúdo da metafísica, nesse caso, é o mundo dos fenômenos ou natural. Mas quando a metafísica é considerada como totalidade do conhecimento das coisas e das suas condições, ela deixa de

⁹ Cf. Kant, 2001, p. 72-75.

ter os fenômenos como conteúdo, substituindo-os pelos númenos (as coisas-em-si). Ora, a experiência diz respeito aos fenômenos e não aos númenos. Estes são inapreensíveis. Portanto, quando se caracteriza a metafísica como conhecimento da totalidade das coisas, encontramos-nos diante de um tipo de conhecimento inócuo, porque diferentemente das ciências teóricas da razão, cujos objetos são passíveis da síntese do entendimento, a metafísica possui um objeto incapaz de ser capturado pelas formas da razão.

Neste caso, não é injustificado dizer que Kant esboça os primeiros traços do que, mais tarde, virá a ser conhecido como o “problema da demarcação”.

Para concluir, é preciso reconhecer que a filosofia kantiana, tal como na interpretação de Heidegger, não pretende – como mais tarde o farão os positivistas lógicos – excluir a metafísica, mas determinar o seu novo papel diante das ciências. Ela própria não sendo considerada uma ciência, mas transformando-se em princípio para todas as ciências¹⁰.

2.3. O Positivismo de Auguste Comte

Auguste Comte centra o seu interesse na remodelação social a partir dos avanços hauridos pelo espírito humano em sua própria história. Mas a sua ideia de progresso não se esteia apenas no espírito científico, o qual não é capaz de, por si só, organizar a sociedade. Comte é um crítico contumaz da dispersão causada pela especialização científica da sua época. De acordo com ele, para atenuar essa dispersão seria preciso criar uma ciência que estudasse os fenômenos sociais e se espelhasse no método científico, para conduzir tal estudo.

Portanto, o nascimento da sociologia é o coroamento do esforço da inteligência humana na consecução de uma ciência dos fenômenos sociais capaz de reestruturar a sociedade e colocá-la em sintonia com o nível do desenvolvimento científico e espiritual atingido em seu momento histórico.

A tarefa primordial da filosofia comtiana é a reforma intelectual. As ciências positivas são um meio para a reforma social e são ordenadas com essa finalidade. Assim as ciências teriam se desenvolvido a partir da matemática, da astronomia, da física, e da química para a biologia e finalmente a sociologia.

O pensamento de Comte encontra o seu fundamento na chamada lei dos três estados, segundo a qual a humanidade, ao longo da sua história, teria passado por três etapas distintas

¹⁰ Ver, por exemplo, KANT, 1990.

de desenvolvimento intelectual: o teológico, o metafísico e o científico ou positivo. Estes estágios estão relacionados à maneira pela qual o intelecto humano percebeu e explicou os fenômenos do mundo circundante. No estado teológico, a explicação concentra-se nas potências divinas; no estado metafísico, as potências divinas são substituídas por forças abstratas e impessoais; e finalmente o estado positivo, no qual se abandonam as explicações causais e passa-se a considerar as leis ou as relações constantes entre os fenômenos. Emile Brehier exemplifica a lei dos três estados, na história das ciências, analisando os diferentes estágios pelos quais a física passou:

[...] a física é, inicialmente, uma mitologia onde os fenômenos dependem dos caprichos dos deuses; ela se torna, particularmente na escolástica, uma metafísica que reconduz a uma força constante cada classe de fenômenos; ainda é meio metafísica em Descartes que procura, sob os fenômenos, construções mecânicas imaginárias; ela se torna positiva com Newton (2005, p. 632, tradução nossa).

Comte atribui a ordem que se encontra no espírito humano à observação da ordem exterior. O progresso resulta da abstração e da generalização. Então, cada estado pelo qual o intelecto humano passa reflete a sua compreensão dos fenômenos apreendidos.

[...] do fetichismo, seu ponto de partida, onde o mundo é povoado por inumeráveis vontades mal definidas, o homem passa ao politeísmo, onde para cada classe de fenômenos, o mar, o ar, etc., é atribuído um deus distinto que tem os atributos precisos e se destaca dos fatos que ele rege, e daí para o monoteísmo, no qual a multiplicidade dos deuses é substituída por um Deus único e todo-poderoso, exterior ao mundo. Assim termina o estado religioso, pois a personalidade de Deus se apaga. Como ele só age por leis gerais, pode-se substituí-lo por forças impessoais cuja ação necessária permite prever os fatos. Por um novo e definitivo esforço de abstração, é nas leis ou relações constantes que ele procura seus meios de previsão. Apenas neste estado ele atinge a ordem exterior tal como ela é. Nos dois estados anteriores a imaginação dominava mais ou menos e povoava a natureza com ficções. No estado positivo, toda ficção é abolida e a ordem natural concebida pela ciência representa a ordem real. O espírito atinge assim o seu equilíbrio definitivo. A lei dos três estados exprime, portanto, o jogo necessário das faculdades, a passagem do absoluto ao relativo, da imaginação à razão (Ibid., p. 632, tradução nossa).

A rapidez da passagem de um estado para outro depende da ciência em questão. Considerando-se as seis ciências fundamentais, notaremos que elas atingem o estado positivo de acordo com a sua ordem hierárquica. Quanto mais geral e menos complexo o objeto de uma ciência é, mais facilmente ela alcança o estado positivo. Comte considera tarefa sua retirar a sociologia do estado metafísico e levá-la ao estado positivo.

Em *Discours sur l'Esprit Positif*, Comte introduz a imagem da metafísica “como uma espécie de doença crônica naturalmente inerente à nossa evolução mental, individual ou coletiva, entre a infância e a virilidade” (1844, p. 11). Como afirma Badiou:

Esta propensão para tornar a metafísica patológica e para prescrever um tratamento brutal para lidar com seus casos mais agudos tem sido extremamente popular, até os dias atuais. Não se podem mais contar os médicos que se aglomeram na cabeceira do homem doente com a metafísica, ou doente com a própria doença da metafísica (BADIOU, 2000, p. 176, tradução nossa).

Segundo Badiou, este ataque violento à metafísica justifica-se não apenas porque ela representa um estado mental, mas também porque existe um grupo intelectual que a reivindica, e cujo poder social não pode ser ignorado. Há, então, determinações políticas em jogo. E ademais,

Um dos significados comuns do termo "metafísica" designa, além do aparato discursivo da filosofia reinante, uma força temível, cuja área de influência é muito mais vasta do que a universidade, uma força conservadora, que bloqueia uma passagem estratégica: a passagem entre a filosofia e a ordem social. Uma força que, como Comte argumenta, tenta impedir, por qualquer meio necessário, a "instalação social" da filosofia antimetafísica, seja esta filosofia crítica, positiva, dialética, ou hermenêutica (Ibid., p. 177, tradução nossa).

Desta maneira, todos os esforços necessários para ultrapassar as barreiras impostas pela metafísica devem ser envidados. Percebemos, em Comte, o completo desconforto com uma etapa do desenvolvimento do espírito humano que deve ser transposta para que possa vir à plena luz o espírito positivo. O seu legado será retomado por vários pensadores, na segunda metade do século XIX e no começo do século XX. O positivismo lógico do Círculo de Viena talvez seja o seu herdeiro mais radical.

2.4. O Positivismo Lógico

O grupo de intelectuais que se reuniu em torno de Moritz Schlick, nos anos 1920, na Universidade de Viena, do qual faziam parte Rudolph Carnap, Otto Neurath, Herbert Feigl e Friedrich Waismann, além dos filósofos da escola de Berlim, Hans Reichenbach, Richard von Mises e Carl Hempel, e da chegada, nos anos 1930, de Alfred Ayer, formou o cerne do movimento que se notabilizou com o nome de positivismo lógico, ou empirismo lógico. De acordo com Bernard Hodgson (2007, p. 96) o grande estímulo inicial para os positivistas lógicos foi encontrado nas obras do primeiro Wittgenstein, particularmente no *Tractatus Logicus-Philosophicus*. E, de modo geral, o Círculo de Viena pretende formular uma

articulação sistemática à orientação positivista ou naturalista da visão científica do mundo dominante no século XX.

Essa pretensão não é o resultado de uma moda filosófica passageira, muito pelo contrário. Suas raízes encontram-se fixadas primordialmente no empirismo britânico, e, em especial, no pensamento de David Hume. De fato, os positivistas lógicos efetuam uma radicalização do empirismo clássico. Compartilham com o empirismo clássico a negação de um conhecimento que transcenda os limites da experiência sensível. Conforme Hodgson, a radicalização do empirismo se dá da seguinte maneira:

Embora tenha sido afirmado como objetivo pelo próprio Hume, introduzir o 'método experimental', estabelecido pela ciência newtoniana, no estudo dos problemas filosóficos tradicionais, os positivistas afiaram-no e ramificaram-no. Seu propósito a esse respeito foi duplo. Primeiro, as doutrinas filosóficas deveriam ser avaliadas pelos critérios do raciocínio científico. A filosofia não poderia assumir por si mesma qualquer forma única de juízo ou *insight* cognitivo, a fim de resistir à aplicação da epistemologia científica às suas próprias pretensões ao conhecimento. Foi nesse sentido especialmente positivista que os positivistas lógicos endossaram o interesse de Kant em 'pôr a filosofia no caminho seguro da ciência'. Em segundo lugar, o objetivo explícito do positivismo lógico era ajudar na *unificação da ciência* por meio de um 'fiscalismo' rigoroso. Idealmente, todas as proposições da ciência seriam expressas na linguagem da física como uma semântica preliminar para deduzir as leis fundamentais de todas as ciências especiais das leis da física, *incluindo* as ciências humanas (2007, p. 97-98, tradução nossa).

Portanto, a física serviria de modelo para todo conhecimento que se quisesse confiável. Nada tão diferente, quanto a este ponto, do que já pregava o positivismo do século XIX. O dado novo, que coloca em destaque o termo "lógico", desse novo positivismo, pode ser vislumbrado na prática de aplicar as técnicas da lógica matemática ao exame da estrutura sintática e do conteúdo semântico das proposições apresentadas nos diferentes sistemas de crença. A radicalização do empirismo clássico vai além da ilegitimidade das crenças que reivindicam um conhecimento que rejeita os limites da experiência sensível. Podemos percebê-la na tentativa de dizer o que não pode ser dito com clareza, quebrando as regras do discurso inteligível. "A preclusão do conhecimento autêntico para qualquer sistema de crença segue sobre a transgressão de tais regras" (Ibid., p. 98).

As expressões linguísticas podem ser classificadas segundo três tipos básicos: sentenças analíticas, sentenças sintéticas e as asserções metafísicas. As primeiras são aquelas que são verdadeiras por causa dos seus termos constituintes, não carecendo da experiência para serem validadas. Ou seja, seu valor de verdade é *a priori*. Nas sentenças desse tipo o predicado encontra-se na definição do sujeito. Já que construímos as definições dos termos

por intermédio da pura convenção social, as sentenças analíticas são tautologias vazias que não fornecem quaisquer informações sobre o mundo ou a realidade extralinguística.

As sentenças sintéticas, diferentemente das anteriores, só podem ser conhecidas *a posteriori*, porque necessitam da experiência. Nessas sentenças o predicado acrescenta um conhecimento novo em relação à definição do sujeito. Assim, as sentenças sintéticas podem ter seu valor de verdade avaliado a partir da sua relação com o mundo extralinguístico. No entanto, os positivistas lógicos recusam a possibilidade de existirem sentenças sintéticas *a priori*, como em Kant.

Seguindo o princípio dos empiristas, para os positivistas lógicos o conhecimento deve ter como base a experiência sensível. Destarte, apenas as sentenças sintéticas devem ser consideradas como portadoras do conhecimento, uma vez que nos comunicam informações advindas da realidade extralinguística. É importante, então, demarcar quais são as sentenças que têm sentido e quais as que não têm. Com tal finalidade foi criado o Princípio da Verificabilidade para sentenças sintéticas. O sentido de uma sentença, que expressará a sua verdade ou sua falsidade, deve ser verificado por meio da experiência sensível.

É neste ponto em que se pode falar das pseudosentenças. Pois se não houver experiências que sejam relevantes para a determinação da verdade ou da falsidade de uma sentença, ela deve ser considerada uma expressão sem sentido. Ainda que se assemelhe à forma gramatical das sentenças autênticas, pode-se perceber, ao analisá-la, que carece de um valor de verdade.

Segundo Hodgson, há duas qualificações aceitáveis:

Primeiro, às vezes, a verificação de uma proposição sintética significativa não será uma possibilidade prática, como se dá com a atual asserção de que há vida orgânica em Europa, uma das luas de Júpiter. No entanto, tal sentença permanece cognitivamente significativa enquanto podemos conceber que tipos de observação verificariam/falsificariam a sentença se pudéssemos realizá-las. Em segundo lugar, as sentenças mais fundamentais da ciência física estão na forma lógica de leis ou de generalizações universais. Como tais sentenças se referem a um infinito número de suas potenciais instanciações, devemos aceitar que nossa verificação de tais sentenças por meio das instâncias observadas permanecerá apenas uma verificação parcial, nunca completamente conclusiva (2007, p. 99, tradução nossa).

A partir das considerações de Hodgson somos levados a concluir que há uma terceira classe de expressão linguística, incapaz de ser verificada pela experiência. Trata-se das asserções metafísicas. Para os positivistas lógicos o que realmente importa é a aplicação do princípio da verificabilidade para especificar os tipos de asserções que devem ser colocadas

na terceira categoria, como tolices metafísicas sem qualquer sentido e sem significado cognitivo.

O principal alvo das investidas dos positivistas lógicos é a metafísica. Para eles não basta, como para Kant, mostrar que a metafísica não deve ser considerada ciência. O projeto dos positivistas lógicos é o de erradicar completamente a metafísica, por meio da análise lógica do discurso. Rudolf Carnap deixa essa intenção bem clara ao afirmar que

No domínio da metafísica, incluindo toda filosofia do valor e teoria normativa, a análise lógica produz o resultado negativo de que as alegadas declarações nesse domínio são totalmente sem sentido. Com isso, chega-se a uma eliminação radical da metafísica, o que ainda não era possível do ponto de vista antimetafísico anterior (1959, p. 60-61).

No que nos concerne este capítulo, o positivismo lógico foi a corrente filosófica que mais colaborou para a disseminação de uma má-compreensão da atividade metafísica. As ideias defendidas por esses filósofos logo ganharam terreno no campo das ciências, produzindo um positivismo científico, caracterizado por Bernard D’Espagnat (1998) como o positivismo dos físicos ou instrumentalismo, do qual trataremos a seguir.

2.5. O Instrumentalismo

Para Bernard D’Espagnat (1998, p. 32) o instrumentalismo e o positivismo dos filósofos têm afinidades metodológicas. Entretanto há um traço característico do instrumentalismo, ausente no positivismo filosófico: a crítica dos conceitos¹¹. Não se trata da antiga disputa entre universalistas e nominalistas, mas de criticar aqueles conceitos que “[...] os homens ditos ‘racionais’ (por oposição aos sonhadores ou aos charlatães) partilharam durante muito tempo [...]” (Ibid., p. 33). Quais eram esses conceitos? Espaço, tempo, objeto, dentre outros. Todos ligados às nossas experiências cotidianas, e aplicáveis não apenas “à descrição de toda a experiência concebível, mas igualmente à síntese teórica da experiência em geral” (Ibid., p. 33).

Assim, D’Espagnat contrapõe o instrumentalismo ao que ele chama de realismo próximo. “A ideia de uma objetividade ‘forte’ permitiria a toda a física produzir enunciados em que o ser humano não estaria envolvido e que exprimiriam, por isso, a realidade ‘em si’. O mecanicismo envolveria, assim, pelo seu objetivismo e ‘metafísica da representação’, um

¹¹ Sobre a construção de conceitos na física contemporânea cf. o capítulo IV de PATY (1988), intitulado “Statut conceptuel de l’objet physique élémentaire”.

realismo ‘próximo’ ou ‘físico’” (JORGE, 2006, p. 29). A crítica dos conceitos deve ser procedida da seguinte maneira:

Temos de definir os conceitos, as palavras que utilizaremos, a partir da nossa experiência ou, mais precisamente, a partir das nossas próprias medições. Ser-nos-á necessário, por outras palavras, ter o cuidado de não utilizar senão termos que tivermos *definido operacionalmente*. Assim, por exemplo, diremos: ‘por definição, o objeto considerado terá tal propriedade se, quando operamos sobre ele de determinada maneira, observamos tal resultado (D’ESPAGNAT, 1998, p. 35).

Para o físico francês, a noção de definição operacional apresenta-se como elemento fundamental da física contemporânea, citando, como exemplo, a nova definição dos conceitos de extensão e de lapso de tempo, elaborada por Einstein.

De uma maneira mais geral – no sentido restrito do qual fala D’Espagnat, opondo-se a qualquer tipo de realismo – o instrumentalismo científico determina que o objetivo das teorias científicas não é descobrir a verdade, mas sim produzir estruturas intelectuais que forneçam previsões adequadas do que é observado e sistemas úteis para responder perguntas e resolver problemas em um determinado domínio (Van Fraassen, 2002).

Oswaldo Pessoa Jr. (2003, p. 103) afirma que há dois tipos de instrumentalismo: o forte e o fraco. O instrumentalismo forte “nega que as teorias científicas tenham valores de verdade, e que elas expliquem uma realidade subjacente aos dados experimentais. Nesse caso, as teorias seriam apenas “esquemas linguísticos que permitem fazer previsões sobre observações, e que organizam estas de maneira econômica”. O instrumentalismo fraco, admite que as sentenças teóricas possuam valores de verdade, “mas nega que isto tenha qualquer importância na ciência”. O que importa, de fato, é a solução de problemas ou a adequação empírica.

Por sua vez, utilizando os mesmos critérios sobre a possibilidade de se determinar o valor de verdade das teorias científicas, Newton-Smith (1981) divide o instrumentalismo em semântico e epistemológico, mas com a ressalva de que o instrumentalismo semântico serve muito mais para discussões teóricas do que para efetivo uso.

Referindo-se à controvérsia entre realismo e instrumentalismo, D’Espagnat (1998, p. 38) admite que há divisão entre os físicos, no plano das ideias. Contudo, no que diz respeito à prática o autor francês afirma que

[...] no exercício da sua profissão, todos estes físicos reconhecem a validade do positivismo dos físicos ou, por outras palavras, do instrumentalismo, *pelo menos enquanto metodologia* [...] Neste sentido não existe, da parte dos físicos partidários do realismo físico, uma oposição de fundo ao instrumentalismo. Mesmo que esses

físicos considerem o instrumentalismo insuficiente, veem nele um método indispensável e, no seu domínio, seguro (Ibid., p. 38).

Devido aos êxitos do instrumentalismo em diversas áreas como a física das partículas elementares, a astrofísica, a óptica quântica, a física dos sólidos, a química, a termodinâmica e em muitas outras áreas da ciência física, o seu método é tomado como sólido e capaz de fornecer acesso a verdades objetivas.

Não obstante a larga prática instrumentalista na ciência contemporânea, o instrumentalismo tem sido alvo de críticas por alguns epistemólogos, dentre os quais se destaca Karl Popper. No capítulo intitulado “Three Views Concerning Human Knowledge”, Popper resume sua crítica ao instrumentalismo afirmando que “[...] o instrumentalismo é incapaz de explicar a importância para a ciência pura de testar com rigor até mesmo as implicações mais remotas de suas teorias, já que é incapaz de explicar o interesse do cientista puro na verdade e na falsidade” (1972, p. 114, tradução nossa).

A crítica de Popper ao instrumentalismo pode ser inserida no âmbito maior da sua crítica aos critérios positivistas de demarcação entre ciência e metafísica. Ao princípio de verificabilidade, Popper contrapõe o princípio da falseabilidade, do qual trataremos na próxima seção.

2.6. O falsificacionismo de Popper

Ao tratar do problema da demarcação entre ciência e pseudociência (ou metafísica), Karl Popper propõe uma alternativa diferente daquela apresentada pelos positivistas. Segundo Popper (2008, p. 35-36), os “velhos positivistas” somente admitiam como científicos os conceitos derivados da experiência, aqueles logicamente reduzíveis a elementos da experiência sensorial. Por outro lado, de acordo com o filósofo austríaco, para os “positivistas modernos” a ciência não é um sistema de conceitos, mas um sistema de enunciados que devem ser reduzíveis a enunciados elementares da experiência. Em todos os casos, afirma Popper, o critério de demarcação adotado assemelha-se à exigência de uma lógica indutiva.

Como Popper rejeita a indução, rejeitará também o critério de demarcação adotado pelos positivistas:

Os positivistas normalmente interpretam o problema da demarcação de uma maneira *naturalista*; interpretam-no como se ele fosse um problema de ciência natural. Em vez de tomá-lo como razão que os leve a empenhar-se a propor uma convenção adequada, acreditam estar obrigados a descobrir uma diferença decorrente da

natureza das coisas, por assim dizer, entre ciência empírica, de um lado, e metafísica, de outro. Estão constantemente procurando mostrar que a Metafísica, por sua própria natureza, nada mais é do que tagarelice vazia – “sofistaria e ilusão”, como diz Hume, que devemos “lançar ao fogo” (Ibid., p. 36).

Continuando a sua avaliação de como os positivistas tratam a metafísica, Popper diz que estes não pretendem apenas estabelecer um critério de demarcação, mas sim destruir a própria metafísica. Todavia, segundo a apreciação de Popper, ocorre um malogro nessa tentativa de aniquilamento da metafísica por intermédio de um critério de demarcação baseado na lógica indutiva: “os positivistas, em sua ânsia de aniquilar a Metafísica, aniquilam, com ela, a Ciência Natural” (Ibid., p. 37). Isto acontece porque “as leis científicas também não podem ser logicamente reduzidas a enunciados elementares de experiência” (Ibid., p.37).

Popper declara que o seu objetivo é o de tentar articular uma “caracterização aceitável da ciência empírica ou de definir os conceitos ‘ciência empírica’ e ‘metafísica’, de maneira tal que, a propósito de determinado sistema de enunciados, possamos dizer se seu estudo mais aprofundado coloca-se ou não no âmbito da ciência empírica” (Ibid., p. 38).

Segundo Popper, não se consegue confirmar empiricamente os enunciados universais em todas as situações espacio-temporais em que eles podem se dar. Por outro lado, os enunciados particulares podem ser testados, sendo capazes de produzir informações que neguem as afirmações contidas no enunciado universal, refutando-o. Popper segue, aqui, o *modus tollens*, exemplificado pela forma $((p \rightarrow q) \wedge \neg q) \rightarrow \neg p$, ou seja, se p então q; não q; conseqüentemente não p. Se p for um enunciado universal, bastará um único enunciado particular que não o confirme ($\neg q$), para que p seja refutado.

Portanto, quando uma teoria especulativa é proposta, ela precisa ser comprovada com rigor pela observação e pela experimentação. Se a teoria não for capaz de passar pelo crivo da observação e da experimentação, deve ser descartada e substituída por uma nova conjectura especulativa. Do ponto de vista de Popper não se pode afirmar peremptoriamente que uma teoria seja verdadeira, porquanto a comprovação dos enunciados universais é impraticável.

O método apresentado por Popper tem o seu caráter científico ressaltado pelo fato de uma teoria ser falsificável. Ou seja, quando a teoria é corroborada pela observação e pela experiência pode dizer-se científica, já que se encontra justificada. Percebe-se, então, que para Popper o mais importante é o contexto da justificativa e não o da descoberta.

Vale ressaltar que o critério de demarcação popperiano não é uma condenação da metafísica. Ele não pretende aniquilar as especulações metafísicas, mas apenas distinguir as teorias científicas das não científicas. Popper sabe muito bem que a metafísica possui um

caráter heurístico, embora apenas conjectural. No entanto, não se pode descartá-la da gênese de uma teoria científica. Um exemplo disso está na consideração de Popper sobre a continuidade entre as teorias pré-socráticas e as da física posterior:

Quanto aos pré-socráticos, sustento que há uma continuidade perfeita entre suas teorias e os desenvolvimentos posteriores da física. A meu ver, pouco importa que sejam chamados de filósofos, pré-cientistas ou cientistas. Mas a verdade é que a teoria de Anaximandro abriu caminho para as teorias de Aristarco, Copérnico, Kepler e Galileu. Ela não apenas ‘influenciou’ os pensadores posteriores; ‘influência’ é uma categoria muito superficial. Diria, mais apropriadamente, que a realização de Anaximandro tem valor intrínseco, como uma obra de arte. Além disso, possibilitou realizações posteriores, inclusive as dos grandes cientistas mencionados (POPPER, 1972, p. 141, tradução nossa).

Essa ideia é reforçada quando o nosso filósofo reconhece a importância do pensamento pré-científico para a constituição de teorias científicas.

Compreendi que, historicamente, todas - ou quase todas - as teorias científicas se originaram em mitos; que um mito pode conter importantes antecipações de teorias científicas. Como exemplos, citaria a teoria da evolução por erros e acertos, de Empédocles, e o mito de Parmênides sobre o universo imutável, onde nada jamais acontece. Se adicionarmos mais uma dimensão ao universo visualizado por Parmênides, teremos o universo de Einstein (no qual, também, nada jamais acontece, pois, em termos de quatro dimensões, tudo está determinado e estabelecido desde o início). Acreditava, portanto, que, se uma teoria passa a ser considerada não científica, ou metafísica, nem por isso será definida como absurda ou sem sentido. Mas não se poderá afirmar que esteja sustentada por evidência empírica (na acepção científica), embora possa facilmente ser um resultado da observação em sentido lato (Ibid, p. 38 tradução nossa).

Portanto, ainda que interessado em estabelecer um critério de demarcação entre o científico e o não científico, diferentemente dos positivistas lógicos, Popper não desdenha da metafísica.

O seu critério de demarcação continua a ser evocado por teóricos e experimentalistas, toda vez que desejam desacreditar uma teoria, como no caso da controvérsia das cordas¹², em que os adversários da teoria das cordas acusam-na de não ser falseável¹³. Embora, os defensores da teoria das cordas, tendo o físico Leonard Susskind à frente, desconsiderem a ingerência da filosofia nos assuntos científicos:

Richard Feynman comentou uma vez: “os filósofos falam muito sobre o que é absolutamente necessário para a ciência, e até onde se pode ver, é sempre um tanto ingênuo e provavelmente errado”. Feynman estava se referindo a Popper, dentre outros. A maioria dos físicos, como Feynman, não costuma pensar muito sobre

¹² Disputa teórica entre os adeptos da teoria das cordas e da gravidade quântica em laço sobre a validade da teoria das cordas, já que esta não apresenta previsões empíricas que possam ser testadas experimentalmente.

¹³ Cf. SMOLIN, Lee. *The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of a science, and what comes next*. New York: Houghton Mifflin, 2006, introdução p. xiii.

filosofia: a não ser que tentem usá-la para provar que a teoria de outra pessoa não é científica (SUSSKIND, 2006, p.192, tradução nossa).

Quando Susskind cita Feynman para tentar desprezar a ingerência filosófica na ciência, ele se opõe ao que chama de “Popperazzi”, ou seja, a enfatização a respeito do que é ou não é científico nas notícias de jornais e nos *blogs* na internet.

Para além do confronto das teorias, observa-se que o critério de demarcação popperiano encontra-se no cerne do debate da física contemporânea, mostrando o seu vigor depois de mais de sete décadas. Considerá-lo um critério válido ou não, parece depender tão-somente da disposição de defender o seu ponto de vista teórico.

2.7. Considerações sobre a ciência sem metafísica

Quando iniciamos este capítulo a nossa intenção era a de mostrar os esforços envidados ao longo do tempo para a construção de uma ciência livre da contaminação metafísica. Partimos do século XVIII, com Hume e Kant até atingirmos o século XX com as propostas concorrentes dos positivistas lógicos e de Karl Popper. Que conclusões podemos tirar dessa nossa investigação? A ideia de uma ciência sem metafísica, de fato, vingou? Os critérios de demarcação entre a ciência e a não ciência tornaram-se mesmo incontestáveis?

A resposta a essas questões suscita uma interpretação das oscilações pelas quais a relação entre metafísica e ciência passou nos últimos dois séculos. Quando lançamos luz mais detalhadamente nos acontecimentos e nas ideias produzidas nesse intervalo de tempo, percebemos claramente uma tentativa de defenestração da metafísica por parte do meio científico e filosófico. No entanto, encontramos em Kant e em Popper certo crédito para a metafísica, que embora não seja considerada por ambos como ciência, pode exercer um papel fundamental na construção das teorias científicas, seja como possibilidade estruturante do conhecimento (em Kant), seja como princípio heurístico da ciência (Popper).

A nossa hipótese é que, embora afastada da prática e do pensamento científico desde o século XIX, a metafísica vai renascer no século XX com as tentativas de interpretação da mecânica quântica, abrindo uma fenda na atitude instrumentalista da maioria dos físicos da época. No próximo capítulo trataremos desse tema, destacando a interpretação heisenbergiana da função de onda e a necessidade de uma nova ontologia que dê conta dos fenômenos quânticos.

3. A REVIRAVOLTA QUÂNTICA: A *POTENTIA* DE HEISENBERG E A NECESSIDADE DE UMA NOVA ONTOLOGIA

O século XX foi testemunha de grandes transformações nas ciências físicas. As teorias da relatividade restrita (1905) e da relatividade geral (1916), de Einstein, e a mecânica quântica (consolidada no final dos anos 1920), revolucionaram a concepção física da realidade, introduzindo elementos completamente novos ao conhecimento do mundo físico, quando comparados com aqueles estabelecidos pela física clássica. A relatividade restrita introduziu a ideia de um espaço-tempo relativo em contraposição à noção clássica de espaço e tempo absolutos. A relatividade geral remodelou a concepção clássica da gravidade, estabelecendo a noção de um tecido do espaço-tempo que se deforma na presença de grandes massas. Por sua vez, a mecânica quântica tornou-se a principal teoria para se estudar os fenômenos atômicos e subatômicos.

A reformulação das teorias físicas, na primeira metade do século XX, foi acompanhada por um intenso debate filosófico, travado menos por filósofos profissionais – a grande maioria não dispunha de conhecimentos teóricos suficientes para entrar nessa discussão –, mas principalmente pelos próprios cientistas envolvidos na criação dessas novas teorias.

Um exemplo do que foi dito acima é o famoso debate entre Einstein e Niels Bohr sobre a completude da mecânica quântica¹⁴. Einstein discordava do caráter indeterminístico que a teoria apresentava. Ele contestava tanto o princípio de incerteza heisenbergiano quanto a ideia de complementaridade, elaborada por Bohr. Pode-se atribuir um aspecto epistemológico à controvérsia, principalmente por parte de Niels Bohr, mas o que, de fato, estava em jogo era a questão sobre a natureza da realidade. Einstein era realista enquanto Bohr era influenciado pelas ideias de Kant. Isto significa dizer que, para Einstein, “o mundo físico consiste de objetos que existem por ‘si próprios’, isto é, independentemente da consciência” (MALIN, 2003, p. 1). Por outro lado, Niels Bohr concordaria que “o objetivo fundamental da ciência não é compreender a natureza tal como ela é, mas tão somente entender o que obtemos quando realizamos experimentos” (NETO, 2010, p. 7). O mundo quântico mostra-se muito diverso da realidade por nós percebida em escala humana. Nele

¹⁴ Sobre o tema, sugerimos a leitura de BOHR, 2000 (o capítulo intitulado: “O debate com Einstein sobre problemas epistemológicos na física atômica.”) e de KUMAR, 2008.

encontramos o indeterminismo, a natureza discreta e indivisível dos fenômenos quânticos e a ausência de causalidade.

Podemos dizer que, desde o seu começo, a física moderna passou a lidar tanto com questões científicas, quanto com questões filosóficas fundamentais, principalmente no que concerne aos fundamentos metafísicos da epistemologia: realismo ou antirealismo. No prefácio à correspondência entre Einstein e Max Born, Werner Heisenberg destaca a importância da filosofia, como princípio constitutivo da ciência:

Todo trabalho científico baseia-se, consciente ou inconscientemente, em uma opção filosófica, em uma certa estrutura mental, que provê um forte apoio para este pensamento. Porém, à medida que a ciência progride, pode acontecer que uma nova área de investigação só seja perfeitamente compreensível se o pesquisador se dispôr ao enorme esforço de alargar este quadro e modificar a estrutura de seu próprio pensamento. Parece que Einstein, no caso da mecânica quântica, não estava mais disposto, ou não era mais capaz, para dar esse passo (1972, p. 11-12, tradução nossa).

Ou seja, na visão de Heisenberg, Einstein permaneceu com a sua opção filosófica realista, o que o impediu de compreender a nova configuração ontológica que a mecânica quântica apresentava.

Por sua vez, Niels Bohr manteve-se sempre infenso à metafísica, abraçando, como lembra Abner Shimony (1993, p. 311, tradução nossa), a ideia de um “[...] projeto geral de elaborar uma epistemologia que rejeita, a princípio, o suporte de uma metafísica [...] Ele partilha com Kant a renúncia de todo conhecimento da ‘coisa-em-si’”.

Entretanto, mesmo identificando-se com a Interpretação de Copenhague e concordando em grande parte com as teses filosóficas de Bohr, Heisenberg “[...] enuncia uma implicação metafísica da mecânica quântica mais explicitamente do que os outros pioneiros dessa ciência” (SHIMONY, 1993, p. 313, tradução nossa).

Neste capítulo, pretendemos avançar sobre esse tema, tentando esclarecer a interpretação heisenbergiana da função de onda a partir de uma concepção metafísica. Não é o nosso objetivo realizar uma reconstituição histórica da mecânica quântica, remontando ao quantum de ação de Max Planck¹⁵. Nas próximas linhas iremos examinar a função de onda, tal como é concebida na mecânica quântica, explicando as suas principais características, e investigando o caráter ontológico que Heisenberg lhe outorga.

¹⁵ A quem se interessar pela história da mecânica quântica recomendamos JAMMER, 1974; OMNÈS, 1999 e GUILLEMIN, 2003, dentre muitas outras obras que tratam do tema.

3.1. Uma ideia preliminar: a dualidade onda-partícula

Conhecer a natureza da luz sempre foi uma curiosidade humana. Anton Zeilinger (2005, p. 37) destaca que, já na Antiguidade grega, os atomistas procuravam explicar como a imagem de um objeto é capaz de se formar na nossa mente. A sua explicação consistia no fato de que os objetos emitem partículas muito pequenas que se assemelham exatamente a eles próprios. Essas pequenas partículas atingem o olho humano, permitindo que ele forme a imagem dos objetos que são vistos.

Com o advento da física moderna, relembra ainda Zeilinger, iniciou-se uma discussão para saber se a luz consistia em partículas ou se ela se propagava em ondas. Essa discussão opunha dois pontos de vista diferentes e antagônicos. Isaac Newton adotou a teoria corpuscular da luz, influenciando a grande maioria dos físicos.

No entanto, a partir de 1802, quando o médico inglês Thomas Young realizou o experimento da dupla fenda, a teoria ondulatória da luz voltou a fazer parte da ordem do dia das questões físicas. Este experimento simples¹⁶ serviu de estímulo para que os físicos do século XIX elaborassem uma teoria ondulatória da luz bastante abrangente. James Clerk Maxwell, nos anos 1860, finalmente associou a luz às ondas eletromagnéticas. Assim, o ponto de vista corpuscular de Newton parecia ameaçado.

Mas pouco tempo depois, em 1900, ao estudar a radiação da energia dos corpos negros, Max Planck introduziu a ideia de que a energia só poderia ser irradiada em pequenos “pacotes”, aos quais chamou de *quanta*. Em 1905¹⁷, Albert Einstein seguindo a ideia inicial de Planck, defendeu a corpuscularidade da luz. Desde então, a luz passou a ser considerada como possuindo uma natureza dual, segundo a qual pode ser concebida como uma onda ou como uma partícula.

É muito embaraçoso para uma mentalidade formada na metafísica clássica lidar com essa característica inerente à luz. A noção de substância parece não ser mais satisfatória para dar-se conta do fenômeno luminoso, uma vez que ela pressupõe um suporte material único para as coisas. O materialismo clássico parece sofrer um grande abalo diante da dualidade onda-partícula da luz.

Contudo, um abalo ainda maior estaria por vir com a proposição do físico francês Louis de Broglie, em 1924, na sua tese de doutoramento intitulada *Recherches sur la théorie*

¹⁶ Para maiores detalhes desse experimento Cf. ZEILINGER, 2005, p. 37-45.

¹⁷ *Sobre um ponto de vista heurístico relativo à geração e à transformação da luz*, publicado nos *Annalen der Physik*, em 7 de junho de 1905.

des quanta, de que a dualidade onda-partícula poderia ser estendida aos elétrons. Sabia-se, àquela altura, que os elétrons eram partículas de carga negativa que orbitavam os núcleos atômicos e eram responsáveis pela criação de campos elétricos e magnéticos. Mas de Broglie estava propondo algo realmente inusitado: a dualidade onda-partícula não seria apenas uma característica da luz, mas de toda a matéria.

Em 1925, o físico austríaco Erwin Schrödinger apresentou uma equação de onda que poderia muito bem ser aplicada à ideia de de Broglie. Shimon Malin assim descreve o feito de Schrödinger:

Schrödinger chegou à sua equação colocando juntas uma equação de onda conhecida que era usada na óptica, onde o comportamento ondulatório da luz havia sido descrito matematicamente havia décadas, e uma formulação da mecânica que foi introduzida por Sir William Rowan Hamilton nos anos 1830. A conquista de Schrödinger era nada menos do que a conversão da ideia de de Broglie do estado de uma sedutora possibilidade para uma teoria completamente articulada (MALIN, 2003, p. 42).

Mais espantosa ainda foi a constatação de que os cálculos feitos por Schrödinger, usando a sua equação de onda, a respeito das propriedades dos átomos de hidrogênio, concordaram não só com os dados experimentais, como também coincidiram com os resultados produzidos pela nova mecânica quântica de Heisenberg, Born e Jordan.

Entre 1924 e 1925, Werner Heisenberg, Max Born e Pascual Jordan haviam lançado as bases matemáticas da nova mecânica quântica¹⁸, contrapondo-se à antiga mecânica quântica que continha as teorias formuladas principalmente por Planck, Einstein e Bohr, nas duas décadas anteriores.

Embora a nova mecânica quântica apresentasse um formalismo matemático eficaz para calcular os resultados experimentais, ela falhava na hora de descrever conceitualmente o que estava acontecendo realmente. O mesmo se deu em relação à equação de onda de Schrödinger. As ondas que descreviam um elétron livre, vagando no espaço, espalhavam-se por uma região do espaço muito maior do que aquelas que podem ser associadas a ele (Ibid., p. 42).

Schrödinger era realista e acreditava que a sua função de onda descrevia uma onda de matéria que se propagava continuamente no espaço. Entretanto, essa crença do físico austríaco não concordava com o que Niels Bohr havia previsto para as mudanças de órbitas que um elétron pode realizar. De acordo com Bohr essas mudanças eram realizadas através de

¹⁸ Heisenberg desenvolveu uma complexa mecânica baseada em matrizes que continham todas as características observáveis do sistema quântico na forma de tabela. cf. Kallio-Tamminen, 2004, p. 178-179.

“saltos quânticos”, sem que os elétrons percorressem o caminho entre as órbitas. Mas a equação de onda de Schrödinger não previa esses saltos entre as órbitas. Segundo ela, o elétron se propagaria como uma onda, indo de uma órbita a outra.

Foi Max Born quem, em 1926, forneceu uma interpretação probabilística da função de onda de Schrödinger. A sua sugestão era a de que se fosse elevada ao quadrado, a função de onda passaria a indicar as probabilidades de se encontrar uma partícula em certas regiões do espaço.

Portanto, a teoria quântica passou a ter duas formulações matemáticas: a mecânica matricial de Heisenberg e a mecânica ondulatória de Schrödinger, com sua interpretação probabilística elaborada por Max Born. Niels Bohr as acolheria, posteriormente, na sua concepção de complementaridade.

Bohr considerava a mecânica matricial de Heisenberg e a mecânica ondulatória de Schrödinger como descrições simbólicas complementares dentro da teoria quântica. Elas adaptaram-se à natureza da teoria quântica porque ambas tinham sido capazes de deixar para trás a descrição clássica do movimento. De acordo com Bohr, a descrição do espaço-tempo clássico não poderia ter sucesso, porque a manipulação dos fenômenos do mundo microscópico exigia o uso do princípio da superposição. A interação entre as partículas individuais era diferente em comparação com os pressupostos da física clássica (KALLIO-TAMMINEN, 2004, p. 184, tradução nossa).

Em 1927, Heisenberg enuncia o princípio de incerteza¹⁹. O físico alemão percebeu que era impossível medir simultaneamente e com precisão a posição e o momento de uma partícula. Ou seja, a precisão na medição de uma dessas variáveis implicava a imprecisão da outra.

O problema da interpretação da mecânica quântica colocava Heisenberg e Bohr em posições diferentes: “[...] a posição de Heisenberg seria a de que tanto a linguagem corpuscular quanto a linguagem ondulatória seriam satisfatórias para descrever os objetos quânticos, enquanto que Bohr insistia que ambas eram necessárias” (PESSOA JR., 2003, p. 91)

Os esforços empreendidos por Niels Bohr e Werner Heisenberg, entre outros, na tentativa de apresentar uma abordagem interpretativa consistente para os fenômenos quânticos acabou produzindo o que se convencionou chamar de a Interpretação de Copenhague. Essa interpretação tornou-se a explicação padrão adotada pela maioria dos físicos.

Cabe ressaltar que a Interpretação de Copenhague não é a única interpretação existente da mecânica quântica. Podemos citar entre outras, a teoria de de Broglie-Bohm; a

¹⁹ Sobre maiores detalhes do princípio de incerteza cf. PESSOA JR., 2003, CAPÍTULO XI, p. 73-82.

interpretação de vários mundos, de Everett; a teoria do colapso espontâneo e a interpretação de histórias consistentes²⁰.

3.2. A Interpretação ontológica da mecânica quântica

Em seu livro *The Undivided Universe: an ontological interpretation of quantum theory* (1993), David Bohm e Basil J. Hiley contrapõem ao formalismo matemático da teoria quântica, rigorosamente testado e preciso, a falta de clareza quando se trata de discernir que tipo de realidade ele descreve:

O formalismo da teoria quântica leva a resultados que concordam com grande precisão com os experimentos e cobre uma gama extremamente ampla de fenômenos. Até agora não há indicações experimentais de qualquer domínio no qual ela possa falhar. No entanto, ainda há uma série de questões básicas, relativas ao seu significado, que são obscuras e confusas (p. 1, tradução nossa).

Dentre os muitos pontos que os autores consideram obscuros, podemos citar: a incapacidade de se descrever processos quânticos individuais sem o recurso de suposições consideradas insatisfatórias, como o colapso da função de onda; o problema da não-localidade; a dualidade onda-partícula; a incapacidade de se dispor de uma noção clara do que seria um sistema quântico. As críticas levantadas por Bohm e Hiley dirigem-se principalmente à Interpretação de Copenhague, e mais especificamente ao fato dessa interpretação preocupar-se mais com uma descrição epistemológica do que ontológica dos fenômenos quânticos.

Tudo o que é claro sobre a teoria quântica é que ela contém um algoritmo para calcular as probabilidades de resultados experimentais. Mas não dá nenhuma explicação física dos processos quânticos individuais. De fato, sem os instrumentos de medição em que aparecem os resultados previstos, as equações da teoria quântica seriam apenas matemática pura que não teria qualquer significado físico. E, portanto, a teoria quântica só nos dá conhecimento (geralmente estatístico) de como os nossos instrumentos vão funcionar. E a partir disso, podemos fazer inferências que contribuem para o nosso conhecimento, por exemplo, de como realizar vários processos técnicos. Ou seja, como de fato Bohr e Heisenberg sugeriram, parece que a teoria quântica está preocupada apenas com o nosso conhecimento da realidade e, especialmente, em como prever e controlar o comportamento dessa realidade, pelo menos tanto quanto isso possa ser possível. Ou para colocá-lo em termos mais filosóficos, pode-se dizer que a teoria quântica é essencialmente dirigida para a epistemologia que é o estudo que incide sobre a questão de como obter o nosso conhecimento (e, possivelmente, sobre o que podemos fazer com ele) (Ibid, p.1, tradução nossa).

²⁰ Cf. NETO, 2010.

Assim, a conclusão a que chegam Bohm e Hiley é a de que a mecânica quântica, tal como concebida pela Interpretação de Copenhague, não é capaz de construir uma descrição ontológica da realidade. Os esforços que ambos empreendem em seu livro é uma tentativa de suprir essa lacuna. Por isso mesmo, como afirmam, escolheram o subtítulo “Uma Interpretação Ontológica da Teoria Quântica”. Não analisaremos aqui a interpretação ontológica proposta pelos autores. Servimo-nos, no entanto, da indicação de que é preciso responder à pergunta sobre que tipo de realidade encontra-se sob o formalismo matemático da mecânica quântica.

O nosso ponto de partida difere um pouco do de Bohm e Hiley. Para nós, já há implícita na Interpretação de Copenhague uma ontologia. Porque entendemos que o que se convencionou chamar de Interpretação de Copenhague não corresponde a uma compreensão única da realidade quântica, mas a um consenso geral sobre a forma de como lidar experimentalmente com esses fenômenos²¹. Há poucas linhas acima vimos a discordância entre Bohr e Heisenberg quanto ao problema da descrição dos objetos quânticos. Como sugere Neto (2010, p. 7):

A expressão ‘interpretação de Copenhague (sic) da mecânica quântica’ foi provavelmente introduzida por Heisenberg por ocasião da celebração dos 70 anos de Bohr e é certamente uma alusão à enorme influência que Bohr, seus colegas e alunos exerceram naquela que acabou se tornando a interpretação oficial da mecânica quântica.

De fato, Niels Bohr concentrou-se mais nos aspectos epistemológicos da teoria quântica. Por sua vez, Heisenberg, ainda que concordasse com grande parte da reflexão epistemológica de Bohr foi além e introduziu um aspecto metafísico na interpretação da teoria, ao afirmar que

[...] a onda de probabilidade de Bohr, Kramers, Slater [...] significava uma tendência para algo. Era uma versão quantitativa do antigo conceito de potência na filosofia aristotélica. Ela introduzia algo que fica no meio entre a ideia de um evento e o evento atual²², um estranho tipo de realidade física exatamente no meio entre possibilidade e realidade (HEISENBERG, 2007, p. 15, tradução nossa).

Como bem salienta Abner Shimony (1993, p. 313, tradução nossa): “Heisenberg não aceita tão completamente quanto Bohr a ideia kantiana da renúncia do conhecimento da coisa-

²¹ Sobre este tema cf. HOWARD, 2004.

²² Sempre traduziremos as palavras inglesas “actual” e “actuality” pelos termos em português “atual” e “atualidade”, ao invés de “real” e “realidade”, para marcar a ênfase na relação filosófica entre potencialidade e atualidade, considerando que o atual é o real concreto.

em-si”. Obviamente, a preocupação de Heisenberg com a descrição da realidade por detrás do formalismo da mecânica quântica, exige um deslocamento intelectual do eixo epistemológico para o eixo ontológico da teoria.

A tendência para uma interpretação ontológica da mecânica quântica está claramente vinculada à formação filosófica de Heisenberg. Não são raras as vezes em que o físico alemão recorre à filosofia, principalmente à filosofia clássica, como na passagem em que diz que dificilmente “podemos ocupar-nos de física atômica sem conhecermos a filosofia grega” (HEISENBERG, 1962, p. 60).

Portanto, quando o físico alemão recorre ao conceito aristotélico de potência – algumas vezes Heisenberg usa o termo latino *potentia* – para interpretar a função de onda (ou a superposição de estados), ele pretende evidentemente fornecer uma compreensão do tipo de realidade que corresponde aos objetos quânticos, produzindo, assim, uma interpretação ontológica da mecânica quântica.

Na próxima seção trataremos mais detidamente do conceito heisenbergiano de potência e discutiremos se ele pode ser, de fato, comparado ao conceito de potência aristotélico. Por ora, devemos destacar o interesse de físicos e filósofos por uma interpretação ontológica da teoria quântica. Já citamos o trabalho de Bohm e Hiley (1993). A ele podemos juntar os de Abner Shimony (1993), Michael Epperson (2004), Henry Stapp (2007), Robert B. Griffiths (2011), Décio Krause (2011; 2012), dentre outros.

O problema em se definir uma ontologia para os objetos quânticos reside na própria dificuldade imposta pela teoria. Como há diferentes interpretações para a teoria quântica, surgem também várias ontologias possíveis. A nossa proposição é que a ontologia da mecânica quântica não pode mais ser haurida da antiga concepção mecânica da natureza, sustentada pelo conceito de substância. Nesse quesito concordamos com as considerações tecidas por Karl Popper, quando ele afirma que

[...] os resultados da física moderna sugerem que devemos desistir da ideia de uma substância ou essência. Eles sugerem que não há uma entidade autoidêntica que se conserve durante todas as transformações no tempo (embora pedaços de matéria ajam assim em circunstâncias “normais”); que não há essência que seja a portadora ou possuidora persistente das propriedades ou qualidades de uma coisa. O universo agora parece ser não uma coleção de coisas, mas um conjunto interativo de eventos ou processos (como foi enfatizado sobretudo por A. N. Whitehead) (1986, p. 7, tradução nossa).

Portanto, o nosso intuito é o de sugerir que uma ontologia da mecânica quântica pode ser concebida a partir da conjugação das ideias de Heisenberg e de Whitehead, consistindo

naquilo que denominamos “o renascimento da metafísica no espírito da ciência”. Encontramos nos meios científico e filosófico alguns adeptos dessa relação, como os físicos norte-americanos Henry Stapp e Shimon Malin, e o filósofo, de mesma nacionalidade, Michael Epperson, além do epistemólogo Abner Shimony. Devemos ressaltar, entretanto, que Shimony considera a necessidade de se modificar a filosofia do organismo de Whitehead para se adequar às novas descobertas da mecânica quântica, com as quais, acredita ele, o filósofo inglês não estava familiarizado.

Devemos, agora, passar à análise das circunstâncias teóricas que levaram Heisenberg a elaborar a sua concepção de potência, entendendo o seu aspecto eminentemente metafísico.

3.3. O Conceito Heisenbergiano de Potência

Na primeira seção deste capítulo abordamos a mecânica quântica por intermédio de uma das suas características que é a dualidade onda-partícula. Vimos que os objetos quânticos comportam-se estranhamente quando não são observados, podendo manter-se em estados superpostos. Vimos também que essa superposição de estados tem uma descrição matemática: a função de onda. Na seção anterior, ao introduzirmos a ideia de uma ontologia quântica, apresentamos uma interpretação metafísica da função de onda elaborada por Heisenberg. Notamos que o físico alemão usou o termo *potentia* para designar o tipo de realidade que a função de onda descreve. Em suas próprias palavras trata-se de “[...] uma versão quantitativa do antigo conceito de potência na filosofia aristotélica. Ela introduzia algo que fica no meio entre a ideia de um evento e o evento atual, um estranho tipo de realidade física exatamente no meio entre possibilidade e realidade” (HEISENBERG, 2007, p. 15, tradução nossa).

A fim de estruturarmos uma ontologia da mecânica quântica devemos dirigir a nossa atenção para esse “estranho tipo de realidade física”, indagando quanto à sua própria constituição que, de acordo com Heisenberg, encontra-se “no meio entre a ideia de um evento e um evento real”.

A nossa primeira pista para deslindar essa tarefa é dada pelo próprio Heisenberg. A *potentia* é uma versão quantitativa do antigo conceito aristotélico de potência. A novidade aqui é a ideia de que, na mecânica quântica, a *potentia* é quantitativa e não qualitativa. O que isso representa em termos ontológicos? O que significa essa quantificação relacionada ao conceito de *potentia*?

Em primeiro lugar, precisamos entender em que medida o conceito aristotélico de *potentia* é qualitativo. Para tanto, remetemo-nos à segunda seção do primeiro capítulo, no item 1.2.1., onde tratamos da metafísica aristotélica. Lemos, ali, que há uma dupla acepção para o conceito de potência. A primeira acepção é estritamente física, segundo a qual a *potentia* é uma força que atua na transformação do mundo físico, expressando o sentido cinético. Uma segunda acepção do conceito, em Aristóteles, está ligada à ideia de potencialidade para passar de um dado estado para outro, possuindo um sentido metafísico. Além disso, tivemos ciência de que a *potentia* está intimamente ligada à matéria, e que esta é virtual.

De acordo com o pensamento aristotélico, a *potentia* só pode ser considerada qualitativamente na sua acepção metafísica. Quando consideramos que a estátua existe potencialmente na pedra de mármore, isto significa que a pedra de mármore tem a propriedade de se transformar em estátua. O escultor que se põe diante da pedra bruta é capaz de divisar essa propriedade e de perceber, nela, as características futuras da estátua que pretende esculpir. A qualidade, portanto, é inerente à substância que vai ser transformada. Como a substância é a união entre a forma e a matéria, e é esta que determina a *potentia* existente numa substância, então o que se modifica é a forma, permanecendo a matéria sempre a mesma. Mas ao mesmo tempo, a forma é limitadora das transformações da matéria. Caso contrário, uma substância teria uma potencialidade infinita de transformações. A pedra de mármore pode se tornar uma estátua, mas não pode se tornar um ser humano. A forma substancial é o seu limite.

O problema que se nos apresenta a interpretação de Heisenberg da *potentia* é que ela passa a ser quantitativa e não qualitativa. O que isso significa? O físico alemão simplesmente assume a acepção física da *potentia* aristotélica? Acreditamos que não. O sentido que Heisenberg quis fornecer para a sua concepção da *potentia* é metafísico, já que ele a descreve como um tipo de realidade física entre o virtual e o atual. Mas então por que ele enfatiza a diferença entre a sua noção e a de Aristóteles por intermédio da ideia de quantificação? Em que sentido a quantificação pode ser considerada metafísica? Entendemos que a resposta para essa pergunta só pode vir da metafísica platônica, na qual os entes matemáticos constituem a própria realidade.

Façamos uma breve revisão do assunto. A noção de *potentia* refere-se a algo que é previsto pelo formalismo matemático da mecânica quântica. Que “algo” é esse? Do ponto de vista exclusivamente matemático trata-se da função de onda, criada de maneira determinística

por Schrödinger, e reinterpretada de maneira probabilística por Born. O que essa função de onda representa?

Na mecânica quântica, o estado de um sistema é definido como um dado que permite calcular a probabilidade de qualquer propriedade. Esse dado é muitas vezes exprimido de maneira matemática por uma função (função de onda) que tem como argumentos as coordenadas das partículas que constituem o sistema. Assim, a função de onda é uma quantidade formal que contém e permite exprimir tudo o que pode ser afirmado acerca de um sistema físico num instante dado (OMNÈS, 1996, p. 304).

Para a nossa hipótese platônica acerca da *potentia* heisenbergiana, devemos destacar da citação acima, de Roland Omnès, a ideia de que a função de onda é uma quantidade formal. Esse destaque se deve ao fato de Heisenberg privilegiar os aspectos formais da estrutura da matéria. Em um texto em que compara as concepções do átomo de Platão e de Demócrito, ele afirma que os aceleradores de partículas comunicarão novidades sobre o comportamento das partículas elementares e que, sobretudo, responderão definitivamente aos problemas filosóficos sobre a estrutura da matéria – no caso em questão, a discussão entre o materialismo de Demócrito e o idealismo de Platão. Entre a posição dos dois filósofos gregos, o físico alemão afirma que a física moderna coloca-se ao lado de Platão.

Penso que neste ponto a física moderna decidiu definitivamente a favor de Platão. Pois as menores unidades da matéria são, de fato, não objetos físicos, no sentido comum da palavra, são formas, estruturas ou – em termos platônicos – Ideias, das quais só se pode falar sem ambiguidade em linguagem matemática (HEISENBERG, 2001, p. 52, tradução nossa).

Heisenberg parece querer privilegiar uma ontologia formal, definida por axiomas da linguagem formal, nesse caso, da linguagem matemática. A escolha da posição platônica aponta para a possibilidade de estruturar a realidade a partir de uma linguagem bem definida, sem anfibologias. Aliás, o uso da linguagem, a maneira pela qual os eventos quânticos são descritos, sempre foi um problema para os criadores da mecânica quântica. Niels Bohr já tratara sobre o assunto diversas vezes e até mesmo a sua noção de complementaridade é uma espécie de tentativa de descrever em linguagem clássica o estranho mundo quântico. Em *Física e Filosofia*, Heisenberg dedica um capítulo inteiro ao problema da linguagem na física moderna. Na conclusão desse capítulo, Heisenberg reafirma a linguagem matemática como a única capaz de dar conta dos fenômenos quânticos.

Todas essas definições e distinções difíceis podem ser evitadas se confinarmos a linguagem à descrição dos fatos, isto é, aos resultados experimentais. Contudo, se

desejarmos falar sobre as próprias partículas atômicas devemos usar o esquema matemático como o único suplemento para a linguagem natural, ou devemos combiná-la com a linguagem que faz uso de uma lógica modificada ou de nenhuma lógica completamente bem definida (HEISENBERG, 2007, p. 159-160, tradução nossa).

A nosso ver, o conceito heisenbergiano de *potentia* afasta-se de Aristóteles e aproxima-se de Platão devido à interpretação matemática que subjaz a ele. Ainda assim, Heisenberg considera que se pode comparar a *potentia* aristotélica com o nosso conceito de energia, “que se introduz na ‘atualidade’ por intermédio da forma, quando a partícula elementar é criada” (HEISENBERG, 2007, p. 134, tradução nossa).

Neste ponto devemos retomar a afirmação de Heisenberg de que a *potentia* é “[...] um estranho tipo de realidade física exatamente no meio entre possibilidade e atualidade”. Até aqui, ponderamos o conceito de *potentia* seguindo um critério ontológico platônico. Mais tarde, essa interpretação nos servirá para relacionar as ontologias de Heisenberg e Whitehead. Mas agora, considerando a *potentia* como uma tendência objetiva para que um evento real aconteça, surge um novo problema: como o potencial torna-se atual? Em jargão da mecânica quântica, qual é a causa do colapso da função de onda?

O físico norte-americano Henry Stapp, descreve a concepção heisenbergiana do colapso da função de onda nos seguintes termos:

No quadro proposto por Heisenberg, que é o adotado pela maioria dos físicos quânticos, o mundo clássico de partículas materiais evoluindo de acordo com leis matemáticas deterministas locais, é substituído pelo “estado heisenbergiano”²³ do universo. Esse estado pode ser retratado como uma complicada onda que, como a sua equivalente clássica, evolui de acordo com leis deterministas locais do movimento. Entretanto, esse estado heisenbergiano representa não o próprio universo físico real, no sentido normal, mas apenas um conjunto de “tendências objetivas”, ou “propensões”, conectado a um evento real iminente. A conexão é esta: para cada uma das formas alternativas possíveis que esse evento iminente pode tomar, o estado heisenbergiano concebido especifica uma propensão, ou tendência, para o evento tomar aquela forma. Afirma-se que a escolha entre essas formas alternativas possíveis é regida por “puro acaso”, ponderado por essas propensões. O próprio evento real é uma mudança abrupta no estado heisenbergiano: às vezes ele é chamado de “colapso da função de onda”. O novo estado descreve as tendências associadas ao próximo evento real. Isto conduz a uma sucessão alternada de estados e eventos, em que o estado em cada fase descreve as propensões associadas ao evento que o sucede. Desta maneira o universo se torna controlado em parte por leis matemáticas estritamente determinísticas, e em parte por “puro acaso” matematicamente definido (STAPP, 1990, p. 5-6, tradução nossa).

Stapp destaca o papel da matemática na interpretação de Heisenberg da mecânica quântica, pois mesmo o acaso pode ser matematicamente definido pelo estado que antecede a

²³ O autor cunha a expressão “Heisenberg state” que traduzimos por “estado heisenbergiano”.

um evento iminente. Essa perspectiva evidencia uma vez mais a nossa hipótese platônica do conceito de *potentia*, porque essa determinação matemática do “puro acaso” é a descrição formal da *potentia*. Do ponto de vista de Stapp, a ontologia heisenbergiana tem características formais:

Os eventos reais tornam-se, na ontologia de Heisenberg, as entidades fundamentais a partir das quais o universo em evolução é construído. As propriedades desses eventos reais são determinadas pelo formalismo quântico. Essas propriedades são notáveis: elas levam a um mundo quântico profundamente diferente daquele retratado na física clássica (Ibid., p. 6, tradução nossa).

Se o platonismo é uma característica inerente à interpretação heisenbergiana dos fenômenos quânticos, e se a mecânica quântica introduz uma forma completamente diferente da física clássica de se conceber a realidade, resta examinar o próprio conceito de realidade pensado pelo físico alemão. Portanto, na próxima seção, iremos nos dedicar à visão metafísica de mundo de Heisenberg, atendo-nos principalmente à sua crítica ao materialismo e ao realismo metafísico.

3.4. O Antimaterialismo e o antirealismo de Heisenberg

A crítica que Heisenberg faz ao materialismo tem uma dupla vertente: uma antiga, relacionada ao atomismo grego de Leucipo e Demócrito, e outra, moderna, caracterizada pelo dualismo cartesiano. A conjunção do atomismo antigo com o dualismo cartesiano serviu de base para o desenvolvimento da ciência moderna e da visão mecânica do mundo. Segundo Heisenberg, essa visão não dá conta da interpretação da nova realidade física apresentada pela mecânica quântica.

O atomismo de Leucipo e Demócrito pode ser confrontado pelo idealismo platônico. O antagonismo entre essas concepções filosóficas mostra-se muito claramente quando se trata de investigar os princípios fundamentais da realidade. Nesse campo, de acordo com Heisenberg, a física moderna pende para o idealismo platônico. Mas por quê? Em que sentido o atomismo pode ser considerado ultrapassado pela física moderna? Antes de responder a essas questões, detenhamo-nos um pouco na interpretação que o físico alemão elabora sobre as diferenças entre o atomismo e o idealismo platônico.

Antes de qualquer crítica, Heisenberg reconhece que o atomismo de Leucipo e Demócrito responde a um dilema que se instaurou na filosofia grega desde o início. Trata-se

do dilema entre o uno e o múltiplo. O atomismo, de acordo com Heisenberg, supõe que o átomo seja eterno e indestrutível, constituindo-se como princípio único de todas as coisas. Além do mais, Leucipo e Demócrito vulgarizam a antítese parmenidiana entre o Ser e o não-Ser ao proporem um novo par de contrários: o pleno e o vazio.

O Ser não é único; ele pode ser repetido infinitamente. O Ser é indestrutível, assim como o átomo. O vazio, o espaço livre entre os átomos, leva em conta a posição e o movimento, e portanto as propriedades do átomo; enquanto por definição, por assim dizer, o Ser puro não pode ter outra propriedade além da existência (HEISENBERG, 2001, p. 47, tradução nossa).

Na análise de Heisenberg, tanto a força quanto a fraqueza da hipótese atomista residem nessa confrontação entre o pleno e o vazio. A sua força consiste na capacidade de explicar os estados agregados da matéria, considerando a possibilidade de os átomos se unirem de diferentes maneiras, de acordo com os seus movimentos e os espaços entre eles. O ponto fraco da hipótese atomista revela-se no fato de os átomos serem tomados apenas como blocos construtores da matéria, cujas propriedades os afastam do conceito original do Ser.

Os átomos podem ter uma extensão finita, e aqui nós perdemos o único argumento convincente para a sua indivisibilidade. Se o átomo tem propriedades espaciais, por que ele não deveria ser dividido? No mínimo a sua indivisibilidade se torna uma propriedade física e não uma propriedade fundamental. Podemos novamente fazer perguntas sobre a estrutura do átomo, e corremos o risco de perdermos toda a simplicidade que esperávamos encontrar entre as menores partes da matéria. Temos a impressão, portanto, que em sua forma original a hipótese atômica não foi suficientemente perspicaz para explicar o que os filósofos realmente desejavam entender: o elemento simples nos fenômenos e na estrutura da matéria (Ibid., p. 48, tradução nossa).

Apesar de não atender às expectativas dos filósofos quanto ao princípio simples que subjaz aos fenômenos e às coisas, Heisenberg concede ao atomismo alguns pontos positivos como o fato de a multiplicidade dos fenômenos e as muitas propriedades observadas da matéria estarem relacionadas ao movimento e à posição dos átomos. Embora os atomistas não tenham conseguido explicar o que os determina.

Para Heisenberg, “[...] a intenção da hipótese atômica fora apontar o caminho do “múltiplo” para o “uno”, formular o princípio subjacente, a causa material, em virtude do qual todos os fenômenos podem ser entendidos” (Ibid, p. 48, tradução nossa). O físico alemão concede ao átomo o caráter de causa material, mas segundo ele, apenas uma lei geral que determinasse a posição e o movimento do átomo poderia ser considerada como tomando parte do princípio fundamental. Parece que Heisenberg julga os atomistas a partir de um critério

moderno, baseado na física atômica do século XX. E, de fato, podemos constatar isso quando ele escreve:

A concepção moderna, na qual a posição e a velocidade do átomo em um dado momento só podem ser conectadas às suas posição e velocidade em um momento posterior por uma lei matemática, não se encaixa no padrão de pensamento daquela era, já que emprega o conceito de tempo de uma maneira que só surgiu para o pensamento de uma época muito posterior (HEISENBERG, 2001, p. 49, tradução nossa).

Entretanto, não se pode falar o mesmo sobre o pensamento platônico. Pois Platão, mesmo tendo adotado uma concepção atomista, não seguiu o mesmo princípio do atomismo de Leucipo e Demócrito. Os átomos platônicos eram formas geométricas – os sólidos regulares da geometria²⁴, e não pontos materiais. Heisenberg destaca o fato de esses sólidos poderem ser decompostos em triângulos, o que tornava o elemento simples, constituinte de todas as coisas, uma forma matemática abstrata, bem de acordo com a Teoria das Ideias de Platão.

É justamente o caráter matemático do atomismo platônico que Heisenberg admira. De certa maneira, à causa material, que seriam os sólidos geométricos regulares, une-se uma causa formal, representada pelo triângulo que constitui o elemento simples que forma cada um dos sólidos ou átomos platônicos. Eis o raciocínio de Heisenberg sobre a concepção de Platão:

[...] como superfícies bidimensionais os triângulos não eram mais corpos, nem matéria. Então a matéria não poderia mais ser dividida *ad infinitum*. Portanto, na extremidade inferior, isto é, no reino de dimensões espaciais mínimas, o conceito de matéria é resolvido na forma matemática. Esta forma determina, primeiro, o comportamento das menores partes da matéria, e então o comportamento da própria matéria. Num certo sentido, ela substitui a lei natural da física posterior; pois, sem fazer referências explícitas ao curso do tempo, ela caracteriza as tendências no comportamento da matéria (Ibid, p. 49, tradução nossa).

Podemos notar no fragmento acima que Heisenberg associa o caráter matemático-formal do elemento simples, formador dos átomos, à ideia de tendência do comportamento dos próprios átomos. Mais uma vez, queremos ressaltar que esse aspecto do atomismo platônico corresponde ao conceito heisenbergiano de *potentia*, ou seja, a tendência para ser algo, representada formalmente por uma função de onda. Por essa razão, a preferência do físico alemão recai sobre o platonismo, em detrimento do atomismo de Leucipo e Demócrito.

Toda essa descrição encaixa-se perfeitamente nas ideias centrais da filosofia idealista de Platão. A estrutura que subjaz aos fenômenos não é dada por objetos

²⁴ No *Timeu*, Platão associa quatro sólidos geométricos regulares aos elementos naturais. Assim, o tetraedro liga-se ao elemento fogo, o cubo à terra, o octaedro ao ar e o icosaedro à água.

materiais como os átomos de Demócrito, mas pela forma que determina os objetos materiais. As Ideias são mais fundamentais do que os objetos. E já que as menores partes da matéria têm que ser os objetos pelos quais a simplicidade do mundo torna-se visível, por meio dos quais nos aproximamos do “uno” e da “unidade” do mundo, as Ideias podem ser descritas matematicamente – elas são simplesmente formas matemáticas (HEISENBERG, 2001, p. 50, tradução nossa).

Mas essa busca pela unidade em meio à diversidade dos seres e das coisas, tão cara à filosofia grega, sofreu, segundo Heisenberg, um retrocesso com o dualismo cartesiano. Em vez de buscar o princípio unificador por detrás dos fenômenos naturais, Descartes operou uma divisão entre o mundo e a mente. A matéria, *res extensa*, perdeu qualquer ligação com o espírito, tornou-se coisa, objeto material. “A influência da divisão cartesiana sobre o pensamento humano nos séculos seguintes dificilmente pode ser superestimada, mas é justamente essa divisão que temos que criticar mais tarde a partir do desenvolvimento da física do nosso tempo” (2007, p. 53, tradução nossa), escreve Heisenberg.

Apesar da crítica à divisão cartesiana, o físico alemão reconhece que o filósofo francês apenas sintetizou uma tendência que já vinha se desenvolvendo desde o Renascimento e da Reforma Protestante. Segundo ele, nesse período, houve um reavivamento do interesse em matemática que “[...] favoreceu um sistema filosófico que começava a partir do raciocínio lógico e tentava por esse método chegar a alguma verdade que fosse tão certa quanto uma conclusão matemática” (Ibid., p. 53, tradução nossa). Uma outra tendência apontada por Heisenberg, e também sintetizada por Descartes, foi a separação entre Deus e o homem, à qual o nosso físico chama de religião pessoal.

Esta última tendência do pensamento ocidental do começo da era moderna propiciou, de acordo com Heisenberg, a combinação do conhecimento empírico com o matemático, como podemos perceber na obra de Galileu. Este tipo de conhecimento poderia se manter à parte das disputas teológicas do momento.

Portanto, com Descartes, a separação entre homem e natureza, entre sujeito e objeto, propiciou o surgimento de um universo mecânico, no qual a matéria se encontrava completamente destituída de qualquer relação com o espiritual. Heisenberg chega a chamar a atenção para o fato de Descartes ter considerado os animais apenas como máquinas, desconsiderando a tese tomista da alma animal. Por sua vez, o próprio ser humano também poderia ser tomado como uma máquina, visto que se encontrava cindido em *res extensa* e *res cogitans*. Escrevemos sobre este assunto na seção 1.1.2, do nosso primeiro capítulo, e por isso não vamos nos estender mais aqui. O que nos interessa, no entanto, é a crítica que Heisenberg faz ao cartesianismo e ao materialismo que ele introduz na ciência moderna. Escrevendo

sobre a maneira que Heisenberg interpretava o cartesianismo, Leite e Simon afirmam: “Nesse momento da história, a escolha estabelecida, ou seja, a mistura entre o atomismo antigo e a metafísica cartesiana, determinou o desenvolvimento das ciências nos séculos posteriores” (2010, p. 218).

Em *Física e Filosofia*, Heisenberg afirma:

A mecânica newtoniana e todas as outras partes da física clássica construídas após o seu modelo começaram a partir da suposição de que se pode descrever o mundo sem falar sobre Deus ou nós mesmos. Esta possibilidade logo pareceu quase uma condição necessária para a ciência natural em geral (2007, p. 54-55, tradução nossa).

Eis o ponto crucial da crítica que Heisenberg faz ao materialismo que, segundo ele, caracteriza a física clássica: o homem se exclui da natureza que ele mesmo descreve. Leite e Simon (2010, p. 219), reportando-se a um artigo escrito por Heisenberg²⁵, notam que o físico alemão ressalta uma progressiva substituição do termo *Naturererklärung* (interpretação da natureza) por *Naturbeschreibung* (descrição da natureza).

A crítica de Heisenberg ao materialismo incutido na física clássica, também pode ser compreendida como uma crítica ao que o físico alemão chama de realismo metafísico. Este se encontra ligado à crença na existência de uma realidade objetiva, independente da mente humana que a percebe. Do ponto de vista de Heisenberg, a física clássica, construída, em parte, sobre os alicerces da divisão cartesiana entre *res cogitans* e *res extensa*, ao privilegiar apenas o exame das coisas extensas, abdicando, assim, de incluir o sujeito consciente neste exame, contribuiu para a difusão do realismo metafísico.

A posição à qual a divisão cartesiana conduziu, no que concerne à *res extensa*, foi ao que se pode chamar de realismo metafísico. O mundo, isto é, as coisas extensas, “existem”. Isto deve ser distinguido do realismo prático, e as diferentes formas de realismo podem ser descritas da seguinte maneira: nós objetivamos uma afirmação se declaramos que o seu conteúdo não depende das condições sob as quais ela pode ser verificada (HEISENBERG, 2007, p. 57-56, tradução nossa).

Heisenberg faz então uma distinção entre o que ele chama de realismo prático e realismo dogmático. O primeiro admite que existam afirmações que podem ser objetivadas, e que essas afirmações correspondem às experiências da vida cotidiana. Por outro lado, o realismo dogmático considera que todas as afirmações sobre o mundo material podem ser objetivadas. Segundo o físico alemão, o realismo dogmático não é uma condição necessária para a ciência natural.

²⁵ On the history of physical interpretation of nature. In *Philosophic problems of nuclear science*. New York/London : Pantheon/Faber and Faber, 1952, p. 27-40.

Não obstante, Heisenberg concorda que o realismo dogmático tenha exercido um papel muito importante no desenvolvimento da física clássica. Acreditamos que esse papel de destaque do realismo dogmático na ciência moderna esteja vinculado à crença metafísica da época, segundo a qual a substância material passou a ser considerada como objeto para a substância mental. Este cenário científico, no qual predominavam o realismo dogmático e o materialismo, só se alteraria com o advento da mecânica quântica. Neste ponto cabe uma ressalva: Heisenberg, ao falar da mecânica quântica, está se referindo especificamente ao que se convencionou chamar de Interpretação de Copenhague. Por isso ele é capaz de afirmar que “[...] a Interpretação de Copenhague levou os físicos para longe dos pontos de vista materialistas que prevaleceram na ciência natural do século dezenove” (HEISENBERG, 2007, p. 102, tradução nossa).

Ao comentar sobre os críticos da Interpretação de Copenhague, o físico alemão os reúne a todos sob um mesmo desiderato, o retorno à ontologia do materialismo. Segundo Heisenberg, “[...] eles prefeririam voltar à ideia de um mundo real objetivo, cujas as menores partes existem objetivamente no mesmo sentido em que pedras ou árvores existem, independentemente de se ou não as observamos” (Ibid., p. 103, tradução nossa).

Em artigo que trata do antirealismo de Heisenberg, Vinicius Carvalho da Silva indica uma inusitada comunhão de pensamento entre o físico alemão e Erwin Schrödinger, a quem o próprio Heisenberg denuncia como um dos físicos nostálgicos em relação à ontologia do materialismo. Vejamos como ele desenvolve o seu raciocínio:

Por mais que possam divergir em outros pontos, de caráter técnico e filosófico, Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger, o criador da mecânica ondulatória, e Werner Karl Heisenberg, o criador da mecânica matricial, concordam neste ponto de suma importância: a desconstrução da ontologia materialista e o nascimento de uma ontologia do formalismo puro como fundamento da *Physis* na física contemporânea. Assim como as mecânicas ondulatória e matricial são elaboradas em bases diferentes, mas equivalem-se matematicamente, a ontologia do formal de ambos, embora desenvolvida de modo original por cada qual, são, no fundo, filosoficamente equivalentes. Não estão sozinhos, entretanto. A queda de status do conceito de matéria na física contemporânea parece ser inevitável, qualquer que seja o terreno pelo qual a nova física avança. Se Schrödinger e Heisenberg desqualificaram o materialismo a partir da visão da natureza que lhes proporcionara a mecânica quântica, outros foram obrigados a seguir o mesmo caminho quando defrontados com os resultados da física relativística. É o caso do próprio Einstein. Também para Einstein, dado o desenvolvimento da ciência de sua época, já não havia espaço para que a matéria fosse considerada o fundamento da realidade, concordando que tal conceito desempenhou papel fundamental na mecânica clássica (SILVA, 2011, p. 117).

Do ponto de vista do articulista, embora sendo contrário ao antirealismo, Schrödinger opunha-se ao materialismo, da mesma maneira que Heisenberg. Este argumento é interessante

porque desvincula de certa forma o materialismo do realismo. Por outro lado, o antimaterialismo, ainda segundo a perspectiva de Vinicius Carvalho da Silva, resolve-se, tanto em Schrödinger como em Heisenberg por uma inclinação a uma ontologia formal.

Para Schrödinger, a matéria perde o status ontológico de fundamento do real, passando a ser considerada como mais uma consequência das leis da natureza. Essa visão aproxima-se imensamente das visões de Heisenberg e Einstein. Seria, portanto, o elo filosófico que uniria estes autores em uma interpretação comum da natureza da matéria: já não se pode dizer que todas as coisas são feitas de matéria, como aventavam os materialistas radicais, uma vez que a própria matéria revela-se como o produto de um nível de realidade mais profundo, puramente formal (SILVA, 2011, p. 115).

E continua afirmando:

Neste ponto a Filosofia da Física de Schrödinger parece fundir-se ao idealismo matemático, ou “idealismo formal” de Heisenberg. A ideia básica é que a matéria é apenas um modo transitório e contingente da realidade. O fundamento do real é pura forma, e não pura substância (Ibid., p. 15).

Dessa comparação entre as concepções filosóficas de Heisenberg e Schrödinger, interessa-nos haurir um único aspecto: a física do século XX tende a abandonar a ontologia materialista e a buscar uma ontologia formal que possibilite pensar a matéria dentro do novo quadro científico introduzido pela mecânica quântica.

A hipótese que tem sido sustentada nesta tese é a de que há uma correspondência entre a metafísica clássica ou metafísica da substância – que podemos relacionar com o que Heisenberg chama de ontologia materialista – e a ciência moderna, especificamente com a física clássica. Com o advento da mecânica quântica, a metafísica da substância perde o seu caráter de sustentáculo metafísico da imagem de mundo elaborada pela ciência. A ontologia formal reclamada por Heisenberg carece ainda de uma fundamentação metafísica mais robusta que, a nosso ver, pode ser encontrada na filosofia do processo, e em particular na ontologia de Alfred North Whitehead.

Quando lemos Whitehead, percebemos que há muitas consonâncias com o pensamento de Heisenberg. Principalmente no que diz respeito à crítica ao materialismo²⁶. Já citamos na seção 1.4 algumas passagens em que o filósofo inglês se contrapõe ao que ele chama de materialismo científico. A sua ontologia é uma proposta de refundação da ciência em um novo paradigma metafísico capaz de abolir de uma vez por todas a influência da concepção materialista, privilegiando a ideia de processo, em detrimento da noção de substância.

²⁶ Cf. POINAT, S. Whitehead et les pères fondateurs de la mécanique quantique. *Noesis* [En ligne] N°13. Disponível em: <http://noesis.revues.org/index1628.html>. Acesso em: 25/06/2012.

No próximo capítulo apresentaremos uma visão geral da filosofia do processo e vamos nos deter na descrição dos elementos constituintes da categoria da existência, na ontologia de Whitehead. Esperamos que essa descrição nos seja útil para, no último capítulo, relacionarmos a ontologia formal concebida por Heisenberg a partir da mecânica quântica com a ontologia whiteheadiana, com a finalidade de fornecer uma nova base metafísica para a física contemporânea.

4. A FILOSOFIA DO PROCESSO E A ONTOLOGIA DE WHITEHEAD

4.1 A Filosofia do Processo

A filosofia do processo deve ser compreendida muito mais como uma tendência do pensamento filosófico do que como uma escola filosófica, pois como afirma Nicholas Rescher:

Como qualquer movimento filosófico de maior escala, a filosofia do processo tem variações e divisões internas. Uma diferença importante em questão aqui se encontra no debate de que tipo de processo é tomado como fundamental e paradigmático. Alguns participantes (especialmente Henri Bergson) veem os processos orgânicos como o tipo central e outros processos, modelados em ou impressos sobre eles. Outros (especialmente William James) basearam suas ideias de processo em um modelo psicológico e viram o pensamento humano como idealisticamente paradigmático. Ou, voltando-se da substância para a metodologia, pode-se observar que alguns pensadores do processo (por exemplo, Whitehead) articularam as suas posições em termos encontrados na física, enquanto outros (especialmente Bergson) confiavam mais em considerações biológicas. E depois, também, é claro, há pensadores do processo sociocultural como John Dewey. Mas, apesar dessas diferenças, há conjuntos de *semelhanças de família* de temas e de ênfases que, no entanto, deixam os ensinamentos dos teóricos do processo na posição de variações sobre uma abordagem comum. Então, no final, torna-se – ou deveria tornar-se – claro que a unidade da filosofia do processo não é doutrinária, mas temática, não é um consenso ou uma tese, mas sim uma mera questão difusa de tipo e abordagem (RESCHER, 2006, p. 33, tradução nossa).

Nos últimos anos, houve uma tendência em associar a filosofia do processo ao nome de Alfred North Whitehead e a seus seguidores. Não obstante, muitos outros pensadores podem ser arrolados dentro do quadro geral da filosofia do processo. Nicholas Rescher, em seu livro de 1996, ao propor uma contextualização histórica da filosofia do processo, cita os nomes de Heráclito, Platão, Aristóteles, Leibniz, Hegel, Peirce, William James, Henri Bergson, John Dewey, Whitehead e Wilmon Henry Sheldon. Por outro lado, Browning e Myers, ao organizarem uma coletânea de textos de filósofos do processo, em 1998, escolheram Peirce, William James, Nietzsche, Samuel Alexander, Henri Bergson, John Dewey, Whitehead, George Herbert Mead e Charles Hartshorne.

Se nos ativermos apenas às escolhas comuns em ambas as listas, perceberemos que o laço que as une, nesse caso, não é apenas o de serem filósofos do processo, mas também o de serem contemporâneos. Além disso, sem contar o nome de Henri Bergson, o único não anglófono, todos os demais são representantes do pensamento americano da virada do século XIX para o século XX. Mesmo Whitehead, inglês de nascimento, transferiu-se para a

Universidade de Harvard, em 1924, exercendo grande influência no pensamento americano do século XX. Segundo Rescher (1996, p. 25) a filosofia do processo encontrou um campo favorável ao seu desenvolvimento, nos Estados Unidos, devido à sua relação de proximidade com o pragmatismo. Em *Process Philosophy: A Survey of Basic Issues*, Rescher sintetiza essa relação da seguinte maneira:

Em suma, o pragmatismo e a filosofia do processo interrelacionam-se através de um instrumento comum de preocupação com a eficácia operacional no curso do desenvolvimento processual. Portanto, pragmatistas e processistas priorizam igualmente uma preocupação com a eficácia e a eficiência no contexto dos processos teleológicos. Em última análise, cada uma dessas duas escolas está profundamente empenhada em dar atenção às questões e ideias que são fundamentais para a posição da outra. Não há dúvida de que estas duas posições doutrinárias estão em simbiose fecunda (2000, p. 47, tradução nossa).

Podemos afirmar, assim, que foi principalmente nos Estados Unidos e nos países de língua inglesa que a filosofia do processo encontrou o seu solo fértil. Atualmente, os principais pensadores do processo estão nos Estados Unidos, onde se encontra o *Center for Process Studies*, uma das principais entidades voltadas para o estudo do pensamento do processo, o qual não se resume apenas à filosofia, estendendo-se também à teologia e a outras áreas do conhecimento.

Observamos que ela representa uma tendência do pensamento e que, como tal, tem suas raízes nos primeiros tempos da filosofia, quando os jônicos e os eleatas disputavam suas teses sobre a permanência e a impermanência do Ser. Rescher (1996) a faz remontar até Heráclito e pontua o seu desenvolvimento histórico passando por Platão, Aristóteles, Leibniz e Hegel, antes de chegar aos filósofos da virada do século XIX para o XX.

Apesar de ser mais uma tendência do que uma escola de pensamento, a filosofia do processo começou a se destacar, não apenas no meio filosófico, como também no científico, a partir do início do século XX, quando a ciência passou por uma fase de muitas transformações paradigmáticas. A teoria da relatividade e a mecânica quântica produziram uma nova imagem científica do mundo. Isto fez surgir a necessidade, no campo filosófico, da criação de uma nova ontologia, que não estivesse tão comprometida com os princípios da física clássica como a antiga metafísica da substância.

Como qualquer movimento filosófico de grande escala, a filosofia do processo tem muitas variações. Depende da interpretação de que tipo de processo é considerado primordial e paradigmático para cada teórico. No nosso caso, tomaremos como paradigma a concepção de processo tal como é apresentada no pensamento de Alfred North Whitehead. Explicaremos por quê.

Whitehead concebia os processos físicos como os mais fundamentais. Todos os outros tipos de processos lhes eram derivados. Ele criou o conceito de um campo físico completamente integrado, onde prevaleciam os processos em detrimento da substancialização característica do materialismo da física clássica. A própria substância deveria resultar de um processo que lhe fosse anterior. Prevaecem as relações internas entre entidades fundamentais, as quais são admitidas como princípios fundamentais da realidade. Mais adiante trataremos com mais rigor as categorias da ontologia whiteheadiana. Por ora, precisamos retornar ao problema geral da filosofia do processo.

A sua principal característica é uma tomada de posição metafísica (RESCHER, 1996; BROWNING & MYERS, 1998). Em linhas gerais, a filosofia do processo baseia-se na afirmação de que a existência física é, no fundo, processual; e na ideia de que os processos, mais do que as coisas, representam melhor os fenômenos encontrados no mundo natural. Nicholas Rescher assim enumera os seus conteúdos:

1. O processo tem primazia sobre as coisas. A substância é subordinada ao processo: as coisas são simplesmente constelações de processos.
2. O processo tem prioridade sobre a substância. As coisas estão sempre subordinadas ao processo porque o processo engendra, determina e caracteriza internamente as coisas que existem. Mas os processos transcendem o reino das coisas já que há, também, processos não ligados à substância. (1996, p. 2, tradução nossa).

A primeira asserção corresponde à versão forte da filosofia do processo, à qual Rescher chama de heraclitiana. A segunda seria a versão fraca, associada a Empédocles. Essas duas versões contrapõem-se a outras duas versões que Rescher liga à abordagem substancialista:

1. A substância tem prioridade sobre o processo. Os únicos tipos de processos que existem são aqueles envolvidos nas coisas e nos seus comportamentos.
3. A substância tem primazia sobre o processo. Na verdade, a substância é tudo o que existe; todos os processos e mudanças são simplesmente uma questão de como as coisas aparecem para certas substâncias (providas de mente). (Ibid., p. 2, tradução nossa).

As duas versões da abordagem substancialista apresentadas por Rescher correspondem respectivamente à versão fraca, democritiana, e à versão forte, parmenidiana. Há, portanto, uma clara distinção entre duas abordagens metafísicas distintas, a do processo e a da substância.

A distinção apontada acima nos permite afirmar que a metafísica do processo não apenas se diferencia da metafísica da substância, como também se contrapõe a ela. Nicholas Rescher (1996, p.35, tradução nossa) apresenta os contrastes entre elas da seguinte maneira:

Filosofia da substância	Filosofia do processo
individualidade discreta	relacionamento interativo
separação	inteireza (totalidade)
condição (fixidez da natureza)	atividade (autodesenvolvimento)
uniformidade da natureza	inovação/novidade
unidade do ser	unidade da lei
(tipologia funcional)	(especificidade individualizada)
fixidez descritiva	energia produtiva, impulso, etc.
estabilidade classificatória	fluidez e desvanecimento
passividade (sofrendo a ação)	atividade (ação)

Evidencia-se, então, o predomínio da mudança e do desenvolvimento sobre a fixidez e a persistência, traços tão característicos da metafísica da substância. Ao analisar o problema da substância do ponto de vista de Whitehead, Elizabeth Kraus aponta uma dupla dificuldade na concepção clássica da substância:

Primeiro, ela (a visão clássica) exalta as categorias de qualidade e quantidade em detrimento da categoria de relação, não percebendo que aquelas categorias são relacionais, já que expressam as maneiras pelas quais as substâncias são para outras substâncias, e não são atributos de substâncias isoladas. Em outras palavras, o modo de predicção sujeito-atributo foi confundido com um paradigma metafísico. Segundo, e mais fundamentalmente, a visão clássica produziu uma injustificada dicotomia entre uma substância e seus predicados, atribuindo permanência àquela e mutabilidade a estes, e no mesmo ato tornou a substância enquanto substância transexperencial e incognoscível (incapaz de estar presente em outra substância – neste caso, em um sujeito de conhecimento), apreensível apenas em e através de suas modificações acidentais (KRAUS, 1998, p.2, tradução nossa).

Segundo Rescher (1996, p.47), o paradoxo da metafísica da substância surge através da inviabilidade de especificar de maneira não processual o que uma substância é exatamente. Como caracterizar uma substância sem fazer referência ao processo? Na visão clássica, as substâncias são individuadas por suas propriedades, as quais podem ser divididas em primárias e secundárias. As propriedades primárias descrevem a substância como ela é em si e por si mesma. Já as propriedades secundárias subjazem ao impacto das substâncias sobre outras substâncias e às respostas que elas evocam a partir desse impacto.

Ainda de acordo com Rescher, a principal dificuldade ao se admitir que a substância tenha propriedades primárias é dizer o que elas realmente são – o que é essencial para a crença na existência de tais propriedades. No entanto, só somos capazes de determinar os tipos de reações que as substâncias apresentam no contato com outras substâncias. Isto significa que não se pode prescindir de compreender ontologicamente a substância sem se considerar os processos que a envolvem.

O problema crucial na distinção entre a metafísica do processo e a metafísica da substância é o de traçar a diferenciação entre acontecimentos e coisas. A metafísica da substância coloca a ênfase nas coisas. Estas possuem uma identidade substancial que permanece sempre a mesma, apesar das transformações que podem ocorrer com o tempo. Por sua vez, a metafísica do processo enfatiza o processo contínuo, onde há o acréscimo de algo novo ao que já existe. Embora não negue a substância, a metafísica do processo a considera apenas o resultado de um processo em evolução constante, no qual o novo sempre se introduz.

Neste trabalho, sempre que falarmos em processo seguiremos a definição dada por Nicholas Rescher, para quem o “processo é um grupo coordenado de mudanças na complexão da realidade, uma família organizada de acontecimentos que estão sistematicamente ligados uns nos outros, ou de maneira causal, ou funcionalmente” (1996, p. 38, tradução nossa). De acordo com Whitehead (1985, p.214), há dois tipos de processos: o macroscópico e o microscópico. O primeiro diz respeito à transição de uma atualidade já realizada para uma atualidade a se realizar. O outro concerne à conversão das condições que são apenas reais em determinada atualidade. Ou seja, em linguagem aristotélica o processo macroscópico é eficiente e o processo microscópico é final.

O caráter eficiente do processo macroscópico pode ser compreendido quando pensamos em termos de futuro. O acontecimento atual é real e se realiza em sua atualidade. O acontecimento futuro é real, mas não é atual. Ele irá se realizar a partir do nexa com o acontecimento atual.

Por outro lado, o traço teleológico do processo microscópico reside na efetividade da concreção dos elementos internos ao próprio processo. Trata-se, pois, da atualização dos elementos reais. Um acontecimento que se realiza atualmente só é possível por meio da concreção²⁷ dos seus elementos componentes. Abordaremos esse tema mais adiante, ao tratarmos da noção de “entidade atual” em Whitehead.

²⁷ Concreção é simplesmente o processo de se tornar concreto. Pela concreção a multiplicidade se torna unidade. Ela caracteriza o processo de devir de uma ocasião atual.

4.2 A metafísica do processo e a ciência

Se a abordagem da metafísica do processo coloca em evidência a mudança, o fluxo e a novidade, do seu ponto de vista, a ciência não pode ser concebida como um corpo de teorias a respeito da natureza. O que de fato interessa não são as teorias, mas o procedimento dos cientistas para a sua construção. Por conseguinte, a ciência é um processo contínuo de descoberta do novo.

A descoberta do novo que caracteriza a ciência não se encontra na natureza, mas no nosso conhecimento a seu respeito. O que significa dizer que o conhecimento científico sempre se renova. Mesmo as nossas melhores teorias científicas atuais não passam de um conhecimento conjuntural, isto é, localizado no espaço e no tempo do seu acontecimento. Assim como as antigas teorias não resistiram a uma análise observacional mais exata, por causa do avanço tecnológico, também as teorias atuais cederão seus lugares a novas teorias, elaboradas a partir de novos instrumentos e de novas medições, ocasionadas pelo aperfeiçoamento permanente da tecnologia.

As teorias respondem a questões circunstancialmente arroladas. Antes do começo do século XX, por exemplo, a teoria atômica não poderia responder como se comportam os elétrons em suas órbitas em volta do núcleo. A razão disso é simples: ela não possuía os meios para tal explicação. Newton e Dalton não dispunham da tecnologia que estava à disposição de Bohr e Heisenberg.

De certo, as questões que a investigação científica responde ou tenta responder hoje não serão as mesmas que os cientistas do século XXII terão de lidar. A novidade do conhecimento científico revela-se quando novas questões são levantadas.

Mas, se por um lado podemos afirmar que as questões científicas do futuro não serão exatamente as mesmas que existem hoje, por outro lado, não há como prever que tipos de questões entrarão na pauta da ciência. Não sabemos se princípios que são rejeitados pela ciência atual passarão a ser adotados pela ciência futura. Nenhuma previsão pode ser considerada rigorosa, senão apenas um exercício de adivinhação quanto ao futuro das questões científicas.

A metafísica do processo nos adverte, pois, que, em matéria de ciência, o máximo que podemos fazer é admitir o estado de fluxo constante no qual se encontram mergulhados o conhecimento e a investigação científica:

Tal perspectiva indica que a ciência não é um corpo de conhecimento – um agregado de informações armazenadas com estabilidade em livros e revistas e em discos de computador, mas antes uma atividade, um empreendimento, uma disciplina – um esforço vivo de busca e pesquisa, de investigação, de investimentos na resolução de questões. (RESCHER, 1996, p.140, tradução nossa).

4.3. Os principais elementos da metafísica de Whitehead

Na metafísica de Whitehead prevalecem as relações internas entre entidades fundamentais, as quais são admitidas como princípios fundamentais da realidade. Whitehead as denominava “entidades atuais” ou “ocasiões atuais”. Lemos, em *Process and Reality*, a seguinte definição: “Entidades atuais – também consideradas como ocasiões atuais – são as coisas reais finais das quais o mundo é constituído. Não há que se recuar mais para encontrar algo mais real”. (WHITEHEAD, 1985, p. 18, tradução nossa).

As ocasiões atuais pertencem às categorias da existência, e juntamente com os objetos eternos, também chamados de “puros potenciais para a determinação específica do fato”, ou “formas de limitação”, compõem os seus extremos.

Como a nossa intenção é mostrar a relação entre a ideia de *potentia* em Heisenberg e a concepção metafísica de Whitehead, nada melhor do que começarmos por examinar mais de perto as duas categorias acima mencionadas. Depois de termos esclarecido a maneira pela qual Whitehead as concebe, teremos elementos para avançar no nosso objetivo de demonstrar a metafísica do processo como base filosófica para a mecânica quântica.

4.3.1. As Entidades Atuais

O que é uma entidade atual? Qual é a importância desta noção no esquema metafísico whiteheadiano? Vejamos o que Donald W. Sherburne nos diz a seu respeito:

O conceito de uma entidade atual é o conceito central no sistema de Whitehead. Este sistema é atomista – isto é, como Demócrito, Whitehead concebe o mundo composto de várias entidades microcósmicas. Mas enquanto Demócrito é um materialista e concebe seus átomos como pedaços inertes de matéria, Whitehead apresenta uma filosofia orgânica – cada um dos seus átomos, chamados de “entidades atuais” ou “ocasiões atuais”, é um organismo que cresce, amadurece e perece (1981, p. 6, tradução nossa).

Inicialmente devemos compreender que o termo “entidade atual”, tal como Whitehead o concebe, pode ser estendido a qualquer concepção metafísica. Assim, as substâncias mental e material do cartesianismo, as ideias do platonismo, as manchas de cores e os padrões de sons humeanos, o espírito kantiano e hegeliano, a natureza ou o Deus spinoziano, os átomos dos atomistas gregos, as mônadas leibnizianas, todas essas noções, em cada sistema metafísico particular, podem ser consideradas entidades atuais. Para o filósofo inglês a tarefa da filosofia é decidir quais tipos de entidades são, de fato, concretas e reais (COBB JR., 2008, p.16).

Antes de continuarmos o nosso exame das entidades atuais, precisamos esclarecer um ponto importante do pensamento de Whitehead com relação à distinção entre o concreto e o abstrato. O nosso filósofo nos alerta sobre um equívoco comum que cometemos, e que ele chama de “falácia da concreção deslocada”, ou seja, o de tomar o abstrato pelo concreto. Tomemos a noção de “simples localização”, considerada por ele como o fundamento do esquema da natureza do século XVII, como um exemplo da falácia da concreção deslocada:

Dizer que determinada matéria tem posição simples significa que, ao exprimir as suas relações espaciotemporais, é adequado declarar que ela está onde está, em uma definida e finita região do espaço, e por completo em uma definida e finita duração do tempo, à parte de toda e qualquer referência essencial às relações dessa porção de matéria com outras regiões do espaço e durações do tempo (WHITEHEAD, 2006, p. 78).

Como afirma Cobb Jr., “[...] como outros filósofos comentaram, o mapa não é a paisagem” (2008, p. 15, tradução nossa). Portanto, é preciso estar atento para não cometer mais esse equívoco conceitual. Nesse sentido, devemos compreender a noção de “entidade atual” a partir de sua outra denominação: “ocasião atual”, isto é, como acontecimento, ocorrência ou evento. Desta maneira não incorreremos no erro de tomá-la como uma entidade substancial que permanece inalterada com o passar do tempo.

Mas o que é um acontecimento? Quais são as complexidades que se escondem por detrás de tal ocorrência? Lançamos mão, mais uma vez, da explicação elaborada por Whitehead, para quem a palavra acontecimento é uma unidade espaciotemporal, não devendo ser considerada apenas como um conjunto de partes ou de ingredientes (2006, p. 95). Sobre o sentido espaciotemporal do acontecimento, o nosso filósofo assim se manifesta:

Um acontecimento tem contemporâneos. Isso significa que reflete em si os modos dos seus contemporâneos como um arranjo de realização imediata. Os acontecimentos têm um passado. Isso significa que reflete em si os modos dos seus predecessores, como lembranças que se fundiram no próprio conteúdo dele. O acontecimento tem um futuro. Isso significa que reflete em si aspectos como os que

o futuro lança de volta ao presente ou, em outros termos, como o presente determinou o que concerne ao futuro. (2006, p. 96).

Um acontecimento é uma unidade de preensões em fluxo constante. As preensões são denominadas também sensibilidades. Não devemos concebê-las tão-somente como realidades ou acontecimentos de caráter psíquico. Podemos associá-las às sensibilidades físicas, às orgânicas, às percepções e até mesmo aos juízos. Whitehead ainda destaca o fato de que as preensões de entidades atuais são físicas, enquanto as preensões conceituais dizem respeito aos objetos eternos.

Todas as entidades atuais são preendidas positivamente, entretanto apenas parte dos objetos eternos são preendidos positivamente. As preensões primárias – que podem ser simples ou complexas – são as sensibilidades físicas, as quais são transmissões de uma forma de energia de um dado acontecimento para outro, no mundo físico. Whitehead fala sobre as pulsações de emoções primitivas que caracterizam o mundo físico e que são equivalentes aos processos de preensão.

Uma das finalidades da teoria das preensões de Whitehead é pôr fim a toda forma de dualismo metafísico que oponha o psíquico ao material. Por conseguinte, as preensões não são propriamente físicas, nem psíquicas, mas orgânicas. As realidades podem ser comparadas a organismos ou a complexos de organismos.

O nexa entre os acontecimentos é instituído quando um acontecimento preende elementos de outro acontecimento. Os acontecimentos passados são, assim, subsumidos pelos acontecimentos atuais, e estes serão subsumidos pelos acontecimentos futuros. Porém, no incessante fluxo da Natureza encontramos algumas permanências. Pensemos em um exemplo de acontecimento já utilizado por Whitehead (1994, p. 92-95) e por seus intérpretes: a grande pirâmide de Gizé. Como afirma Gilles Deleuze:

A grande pirâmide significa duas coisas: uma passagem da Natureza ou um fluxo, que perde e ganha moléculas a cada momento, mas também um objeto eterno, que permanece o mesmo através dos momentos. Ao passo que as preensões são sempre atuais (uma preensão só é potencial em relação a outra preensão atual), os objetos eternos são puras Possibilidades que se realizam nos fluxos, mas são também puras Virtualidades que se atualizam nas preensões. Eis por que uma preensão não capta outras preensões sem apreender objetos eternos. (1991, p. 137).

Como decorrência desta análise, percebemos que o fluxo caracterizador do processo da passagem da Natureza não é aleatório. Vimos na supracitada definição de Rescher que “o processo é um grupo coordenado de mudanças na complexão da realidade”. Podemos afirmar, então, que quem coordena essas mudanças são os objetos eternos que são preendidos

conceitualmente nos acontecimentos. Destarte, a grande pirâmide é um acontecimento possuidor de certa permanência no fluxo das coisas. Nesse caso, a forma conceitual da pirâmide, que fornece a sua quiddidade no seu próprio devir, delimita e organiza o processo de concrecência das entidades atuais que a constituem.

Não significa que a grande pirâmide não encontre o seu fim no fluxo do tempo. Todos os acontecimentos estão fadados ao perecimento. Todos os acontecimentos têm uma duração. E a duração da grande pirâmide está intimamente relacionada com a sua disposição espaciotemporal. Ou seja, ela é um acontecimento que possui uma extensão espaciotemporal finita. Cada partícula que a forma tem uma dimensão espaciotemporal própria, uma duração própria. À medida que essas partículas deixam de ser renovadas, a grande pirâmide trilha a sua marcha inexorável rumo ao desaparecimento. Até que reste dela apenas a sua forma conceitual, ou a sua imagem virtual em algum filme guardado em um museu.

Whitehead destaca a importância das entidades atuais com aquilo que ele chama de “o princípio ontológico”. Eis como o filósofo inglês o enuncia, nas categorias da explicação, de sua obra *Process and Reality*:

Que toda condição para que o processo de devir configure em qualquer instância particular tenha a sua razão ou no caráter de alguma entidade atual no mundo real daquela concrecência, ou no caráter do sujeito que está em processo de concrecência. [...] Este princípio ontológico significa que as entidades atuais são as únicas razões; de modo que procurar por uma razão é procurar por uma ou mais entidades atuais (1985, p. 24, tradução nossa).

O princípio ontológico funciona, então, como o princípio da razão suficiente. O que, em outras palavras, significa que “[...] para Whitehead, eventos não acontecem às coisas, mas as coisas são elas mesmas, eventos. Um evento não é um dos predicados da coisa, mas a coisa ela mesma” (MOSTAFA, 2010, p. 179).

4.3.2. Os Objetos Eternos

Whitehead define os objetos eternos da seguinte maneira: “Objetos eternos, ou puros potenciais para a determinação específica de fato, ou formas de definição” (1985, p. 22, tradução nossa). Sem dúvida alguma, vemos aqui a influência de Platão. Podemos traçar um paralelo entre os objetos eternos whiteheadianos e as ideias platônicas. Principalmente no

tocante ao aspecto matemático, como exprime Cobb Jr. ao afirmar que “[...] as formas e fórmulas matemáticas são objetos eternos” (2008, p. 23, tradução nossa).

Obviamente, os objetos eternos não se limitam aos objetos matemáticos, mas considerá-los a partir destes, permite-nos destacar a sua principal característica que é a forma. Os objetos eternos são formas de definição, como os define Whitehead. O que isso significa exatamente? Os objetos eternos são formas de definição de quê? Donald W. Sherburne (1981, p. 20) responde a essas indagações afirmando que os objetos eternos são elementos formadores do universo de entidades atuais. “Qualquer entidade cujo reconhecimento conceitual não envolve uma referência necessária a quaisquer entidades atuais definidas do mundo temporal é chamada de ‘objeto eterno’” (Ibid., p. 21, tradução nossa). Eles atuam em conjunção com outros dois elementos formadores: Deus e a criatividade.

Por ora, iremos nos ater apenas aos objetos eternos. Queremos compreendê-los melhor. Para alcançarmos este fim, já temos uma boa pista inicial: a proximidade entre os objetos eternos whiteheadianos e as ideias platônicas. Como estas, os objetos eternos são passíveis de serem apreendidos abstratamente por intermédio do conceito. Isto não significa dizer que os objetos eternos sejam apenas objetos conceituais, mas que esta é a maneira pela qual são preendidos (na expressão whiteheadiana) no mundo real das entidades atuais. Portanto, assim como acontece com as ideias platônicas, podemos dizer que os objetos eternos whiteheadianos participam das entidades atuais por meio da forma.

O problema então é saber como se dá essa participação dos objetos eternos nas entidades atuais. Na seção anterior, quando falávamos das entidades atuais sendo concebidas como acontecimentos, recorreremos à imagem da grande pirâmide de Gizé. Dissemos que ela possui uma certa permanência espaciotemporal. Essa permanência pode ser constatada quando se comparam duas fotografias da grande pirâmide tiradas num espaço de um século. Ao olharmos as imagens, podemos dizer, de cada uma delas, que reproduzem a grande pirâmide de Gizé. Portanto, apesar do lapso de cem anos entre as fotografias, em ambas as imagens vemos a mesma pirâmide. A mesmidade da grande pirâmide é dada por sua forma. Esta é também a sua identidade; a sua forma de definição, para usar uma noção de Whitehead. É a aceitação dos objetos eternos que torna a metafísica whiteheadiana teleológica, como afirma García-Raff (2003, p. 94).

Os objetos eternos dividem-se hierarquicamente em dois tipos diferentes. “De um lado, as características que se podem notar conceitualmente na experiência (sensa). Por outro, as estruturas das entidades que, como no caso do *Timeu* de Platão, serão geométrico-matemáticas” (Ibid., p. 95, tradução nossa). As primeiras são objetivas, porque são acessíveis

pelos sentidos, ou seja, chega-se à abstração apenas depois da percepção sensível. Já as estruturas geométrico-matemáticas são puramente abstratas. Mas ambas informam algo às entidades atuais, participando do universo real.

O fato de os objetos eternos informarem algo às entidades atuais denota, a um só tempo, o seu caráter de causa final e de causa formal dessas entidades. Assim, devemos destacar o significado dos objetos eternos como “puros potenciais”. Cobb Jr, refere-se aos objetos eternos da seguinte maneira: “Objetos eternos são potenciais puros, e isso significa formas que poderiam, em princípio, caracterizar algo atual, mas que são, em sua natureza, indiferentes ao fato de que eles caracterizem, ou não, qualquer coisa atual” (2008, p. 24, tradução nossa).

Em *Process and Reality*, nas categorias da explicação, Whitehead afirma:

(vii) Que um objeto eterno só pode ser descrito em termos de sua potencialidade para “ingresso” no devir de entidades atuais; e que sua análise só revela outros objetos eternos. Ele é um puro potencial. O termo “ingresso” refere-se ao modo particular pelo qual a potencialidade de um objeto eterno é realizada em uma entidade atual particular, contribuindo para a definição daquela entidade atual.

(xix) Que os tipos fundamentais de entidades são as entidades atuais e os objetos eternos; e que os outros tipos de entidades exprimem apenas como todas as entidades dos dois tipos fundamentais encontram-se em comunhão, umas com as outras, no mundo real. (1985, p. 23, tradução nossa).

Como afirma Johnson (1945, p. 246), Whitehead preocupa-se em mostrar a essência relacional dos objetos eternos. Eles não existem isoladamente. Quando eles ingressam em uma determinada entidade atual, definindo-a, não significa que essa definição não implique outros objetos eternos que foram preendidos anteriormente pela entidade atual, nem que deixará de considerar as preensões futuras. Além disso, os objetos eternos que não foram preendidos pela entidade atual – e que, portanto, não fazem parte da definição dessa mesma entidade – também se relacionam com aqueles que foram preendidos e ingressaram no mundo real. Para exemplificar o que foi dito: a forma e a cor são consideradas objetos eternos. Assim, a folha de um girassol faz ingressar no mundo real dois objetos eternos, duas potencialidades puras, que se relacionam naquela entidade atual: a forma de lígula radial da folha e o amarelo.

Até aqui nos esforçamos para compreender o que são os objetos eternos, dissemos que eles participam das entidades atuais por meio do ingresso nessas entidades, determinando as suas definições. Mas nada foi dito ainda sobre como esse ingresso se faz. Sabemos apenas que os objetos eternos são elementos formadores das entidades atuais. Para entender a maneira pela qual o puro potencial se atualiza no mundo real, precisamos recorrer aos outros dois elementos formadores, aos quais se refere Sherburne (2008): A criatividade e Deus.

4.3.3. A Criatividade

A interpretação corrente sobre o papel da criatividade na metafísica de Whitehead (Leclerc, 1958; Hartshorne, 1972) apresenta-a como um elemento de autocriação e autodeterminação que se encontra presente em toda concrecência. Isto significa que há um certo grau de liberdade no devir de uma entidade atual, que incorpora sempre a novidade dentro do processo de concrecência. Em *Process and Reality*, Whitehead a define da seguinte maneira:

A ‘criatividade’ é o universal dos universais que caracteriza o fundamento último de um fato. É esse princípio fundamental pelo qual o ‘muito’, que é o universo em disjunção, torna-se uma única ocasião atual, que é o universo em conjunção. É da natureza das coisas que o muito entre em uma unidade complexa. A ‘criatividade’ é o princípio de *novidade*. Uma ocasião atual é uma entidade original diferente de qualquer entidade no ‘muito’ que ela unifica. Assim, a ‘criatividade’ introduz novidade no conteúdo do muito, que é o universo em disjunção. O ‘avanço criativo’ é a aplicação desse princípio fundamental da criatividade para cada nova situação que ele origina (1985, p. 21, tradução nossa).

A criatividade é, portanto, um princípio fundamental no processo de concrecência de uma entidade atual. Ela não deve ser considerada com um atributo da entidade atual, porque ela se constitui como o fundamento metafísico que norteia o devir de toda entidade atual. Ela é inerente ao processo de concrecência, não sendo uma força exterior a ele. Como afirma Hosinski (1993, p. 24, tradução nossa), “a criatividade é intrínseca às entidades atuais, parte de sua própria constituição interior; não é alguma força externa que opera sobre elas a partir do ‘exterior’”.

Enquanto princípio de novidade, a criatividade é o que permite que uma entidade atual prossiga no seu devir, introduzindo sempre o novo, em relação ao que já se estabeleceu anteriormente. Em todo processo que se forma as entidades atuais anteriores são preendidas. Quando a concrecência de uma entidade atual chega ao fim, esta alcança a satisfação, individualizando-se porque adquire determinação. A criatividade, embora seja subjacente à realidade, não pode ser considerada uma entidade e nem existe por si mesma. Ela se manifesta no devir das entidades atuais. No entanto, é em Deus (Ele mesmo uma entidade atual) que a criatividade encontra a sua instanciação originária. Não se deve, contudo, confundir Deus com a criatividade (Teixeira, 2009). Whitehead deixa isso bem claro:

Deus pode ser considerado o criador de cada entidade atual temporal. Mas a expressão pode induzir ao erro por sua sugestão de que a criatividade fundamental do universo deve ser atribuída à vontade de Deus. A verdadeira posição metafísica é que Deus é a instância aborígine desta criatividade, e é, portanto, a condição

aborígine que qualifica a sua ação. Caracterizar a criatividade é a função da realidade, e Deus é o caráter eterno primordial. Mas, obviamente, não faz sentido a criatividade separada de suas criaturas, assim como Deus apartado da criatividade e das criaturas temporais, ou as criaturas temporais afastadas da criatividade e de Deus (1985, p. 225, tradução nossa).

Assim, quando levamos em conta todo o processo de concrecência de uma entidade atual, desde a apreensão das entidades passadas até a sua plena satisfação, atingida por sua autodeterminação, somos obrigados a reconhecer o exercício da criatividade, à qual, de acordo com Whitehead, deve ser pensada como a própria atividade. Embora a criatividade possa ser chamada de causa material, no sentido aristotélico do termo, ela se aproxima mais do conceito físico de energia do que de matéria. Cobb Jr. sumariza a perspectiva whiteheadiana da criatividade da seguinte maneira:

Às vezes, é provável que o leitor de Whitehead projete para a "criatividade" mais do que ele pretende. Ele nos faz admirar que, não importa o que acontecer, o processo de produzir novas ocasiões a partir das antigas continua. A criação é fundamental e permanente. Há sempre algo novo. Mas o que é novo não pode ser melhor do que o que é velho. As ocasiões que acontecem no processo de decadência e morte de organismos maiores, como os seres humanos, também são exemplos de criatividade, tanto quanto aquelas que trazem uma nova vida à existência. A criatividade é completamente neutra do ponto de vista moral. Massacres mútuos consistem em instâncias de criatividade, assim como a composição de uma sinfonia. Também não se pode falar de mais e menos criatividade. Como os fundamentos em outras tradições, a criatividade está além do bem e do mal, ou de qualquer quantificação (2008, p. 67, tradução nossa).

4.3.4. Deus

Para começarmos a entender o modo pelo qual Whitehead compreende Deus, nada melhor do que recorrer àquilo que o próprio autor escreve a esse respeito em *Process and Reality* (1985, p. 18): “Deus é uma entidade atual, e assim é o sopro mais trivial de existência no longínquo espaço vazio” (tradução nossa). A sentença que acabamos de ler pode ser interpretada à luz do princípio ontológico de Whitehead, segundo o qual as únicas razões são as entidades atuais, ou seja, “não há como ir além das entidades atuais para se encontrar algo mais real” (Ibid., p.18). Segundo Whitehead, Deus não é uma exceção aos princípios metafísicos, pelo contrário, ele deve ser tratado como sua principal exemplificação.

Visto como primordial, ele é a realização conceitual ilimitada da abundância absoluta da potencialidade. Neste aspecto, ele não existe *antes* de toda a criação, mas *com* toda a criação. Porém, como primordial, está tão distante da ‘realidade eminente’, que nesta abstração ele é ‘deficientemente real’ – e isso de duas maneiras. Seus sentimentos são apenas conceituais e, portanto, não têm a plenitude

da realidade. Em segundo lugar, sentimentos conceituais, além da integração complexa com sensações físicas, são desprovidos de consciência em suas formas subjetivas. Assim, quando fazemos uma distinção de razão, e consideramos Deus na abstração de uma realidade primordial, não devemos atribuir a ele nem plenitude do sentimento, nem consciência. Ele é a realidade incondicionada de sentimento conceitual na base das coisas, de modo que, por causa desta realidade primordial, há uma ordem na relevância dos objetos eternos para o processo de criação. Sua unidade de operações conceituais é um ato livre e criativo, desembaraçado por referência a qualquer curso particular de coisas. Ele não é desviado nem por amor, nem por ódio, para o que de fato venha a acontecer. As particularidades do mundo real o pressupõem, enquanto ele apenas pressupõe o caráter geral metafísico de avanço criativo, do qual ele é a exemplificação primordial. A natureza primordial de Deus é a aquisição pela criatividade de um caráter primordial (1985, p. 343-344, tradução nossa).

Para Whitehead Deus não se encontra fora do processo, muito pelo contrário, ele é uma entidade atual muito peculiar. Deus é o princípio de concreção, que rege o processo de criação dos acontecimentos reais. Isto é, Deus opera transformando o potencial em atual. De acordo com a filosofia do organismo, Deus é uma instância da criatividade e não o fundamento último.

Além do mais, se considerarmos os objetos eternos em face do princípio ontológico, veremos que eles carecem de um meio para exercerem algum papel no mundo real, já que os objetos eternos não são entidades atuais. Mas como todas as entidades atuais podem ser consideradas também ocasiões atuais, isto é, podem ser concebidas como acontecimentos ou eventos, nos quais os objetos eternos ingressam na sua concreção, seria necessário que existisse uma única entidade atual que se caracterizasse, ao mesmo tempo, por não ser um acontecimento e por ser a razão de todos os acontecimentos. Uma espécie de entidade atual que promovesse o desencadeamento de todos os processos, que fizesse parte do processo, mas que não fosse fruto do processo. Em *Process and Reality* (Ibid., p. 344), o nosso filósofo faz uma analogia entre a sua concepção de Deus e a do “Primeiro Motor” aristotélico, ressaltando apenas que Aristóteles não faz a distinção entre sensibilidades²⁸ conceituais e sensibilidades intelectuais. Deus, de acordo com Whitehead, possui apenas sensibilidades conceituais que o permitem avaliar “[...] a relevância relativa dos objetos eternos para cada ocasião da atualidade” (Ibid., p. 344).

Afirmamos que Deus é o princípio de concreção, considerando o aspecto primário da ação de Deus no mundo. Entretanto, Whitehead afirma que ele é tanto primordial quanto consequente.

²⁸ Whitehead usa o termo sensibilidade como sinônimo de apreensão.

Ele não é o começo, no sentido de estar no passado de todos os membros. Ele é a atualidade pressuposta da operação conceitual, em devir uníssono com todo outro ato criativo. Assim, por causa da relatividade de todas as coisas, há uma reação do mundo sobre Deus. A ultimação da natureza de Deus em uma plenitude de sensibilidades físicas é derivada da objetificação do mundo em Deus. Ele compartilha com toda nova criação o seu mundo atual, e a criatura concrescente é objetificada em Deus como um elemento original na objetificação de Deus daquele mundo atual. Esta apreensão em Deus de cada criatura é dirigida com o propósito subjetivo, e revestida de forma subjetiva, integralmente derivada da totalidade de sua avaliação primordial. A natureza conceitual de Deus é inalterada em razão da sua completude final. Mas a sua natureza derivada é resultante do avanço criativo do mundo (1985, p.345, tradução nossa).

Como afirma Bochenski (1956, p. 236), a natureza consequente de Deus o limita, pois “ele está constantemente em processo de devir e está continuamente enriquecendo-se por intermédio da apreensão de novos elementos”.

Portanto, por sua natureza primordial, Deus é transcendente, mas por sua natureza consequente, ele é imanente. Temos, então, uma concepção muito próxima da de Spinoza, guardando a diferença apenas no que diz respeito à substância divina. Pois, como se sabe, assim como Spinoza – que propôs uma substância única composta pelos atributos de extensão e pensamento –, Whitehead também pretende superar o dualismo cartesiano, mas escolhe um caminho que se opõe ao da substância, escolhendo os processos e os acontecimentos como o fundamento para tudo o que ocorre no universo.

Para o nosso propósito nesta tese, a concepção whiteheadiana de Deus é importante à medida que nos permite pensar a transição do potencial para o atual, dos objetos eternos para as entidades e ocasiões atuais. No próximo capítulo, onde esboçaremos uma interpretação da ideia de *potentia* em Heisenberg à luz da metafísica whiteheadiana, todas essas noções metafísicas nos serão úteis.

4.4. Algumas considerações finais

Em *Process and Reality*, Whitehead afirma que a filosofia do organismo é a inversão da filosofia de Kant. Ele explica essa asserção como se segue:

A Crítica da Razão Pura descreve o processo pelo qual os dados subjetivos se transformam na aparência de um mundo objetivo. A filosofia do organismo procura descrever como dados objetivos se transformam na satisfação subjetiva. Para Kant o mundo emerge do sujeito; para a filosofia do organismo o sujeito emerge do mundo (1985, p. 88, tradução nossa).

Segundo esta concepção, a filosofia do organismo coloca em relevo o modo pelo qual a subjetividade se instaura a partir da objetividade. O que, aparentemente parece ser impossível de acontecer, uma vez que subjetividade e objetividade são termos contrários. No entanto é preciso salientar que essa inversão do kantismo apoia-se numa perspectiva metafísica anticartesiana. O nosso filósofo critica o que ele cunhou como bifurcação da natureza, na filosofia de Descartes, ou seja, a separação entre os polos mental e material. Para a filosofia do organismo, cada entidade atual – considerada como a unidade básica da realidade – é dipolar, possuindo um polo mental e um polo material. Obviamente não se deve confundir o polo mental de uma entidade atual com a mente de um ser humano. Na entidade atual, o polo mental está relacionado à capacidade de preender as ocasiões passadas e de introduzir a autodeterminação dada pelos objetos eternos que faz ingressar no mundo atual.

A crítica à bifurcação da natureza em Descartes tem também um outro objetivo: atacar a concepção mecanicista materialista que o pensamento cartesiano ajudou a difundir. No primeiro capítulo (seção 1.4), já tratamos da crítica de Whitehead ao que ele chamava de materialismo científico. Entretanto não custa sumarizar essa crítica utilizando as palavras de Bochenski:

O materialismo, diz Whitehead, repousa na doutrina de que existe matéria ou, de um modo geral, de que só existe matéria. A matéria é concebida como alguma coisa que tem como propriedade a simples localização, uma simples delimitação de lugar no espaço e no tempo. Se esta teoria fosse verdadeira, o tempo seria um acidente da matéria imutável. Por conseguinte, o instante não teria duração. Contudo, é manifesto que a matéria é uma dupla abstração: não se considera o ente existente senão em função de suas relações com outros entes, e destas relações só se tomam em conta as tópicos-temporais. Desde Galileu, o esquema materialista, por uma série de razões históricas e sistemáticas, converteu-se no sistema dominante e atuou de maneira muito favorável sobre o desenvolvimento da ciência. Todavia, ele é manifestamente falso. O materialismo conduz forçosamente à negação da existência objetiva das qualidades secundárias, absurdo que está em desacordo com a experiência. Conduz também necessariamente à negação, não menos absurda, da responsabilidade humana. Finalmente destrói seu próprio fundamento, a indução, porque, se as partículas da matéria são totalmente isoladas e só ligadas mediante relações tópicos-temporais, não é possível, à base do que ocorre num ente, tirar qualquer conclusão sobre o que há de ocorrer noutro ente. Hoje, o materialismo não pode mais apelar para as ciências da natureza. A teoria ondulatória da luz, a teoria do átomo (desde que foi transferida à biologia), a teoria da conservação da energia e o evolucionismo descobriram fatos que fazem estourar os quadros do materialismo. Enfim, esta filosofia superficial passou a ser totalmente impossível, graças à teoria dos quanta, que exige uma concepção orgânica da própria "matéria". Mas o argumento capital contra o materialismo é sempre um argumento filosófico: é fácil mostrar que esta doutrina consiste essencialmente em confundir a realidade com uma abstração cômoda e até fecunda. O corpo, tal como Galileu e Descartes o concebiam, não existe, não passa de abstração. É aqui que aparece a típica "falácia da concreção deslocada" (1956, p. 230-231).

A ênfase na crítica ao materialismo interessa-nos, aqui, para começarmos a preparar uma relação possível entre as concepções de Whitehead e Heisenberg. Como vimos nos capítulos anteriores, ambos partilham dessa visão crítica e produzem uma interpretação dos fundamentos básicos da natureza que podem ser comparadas. Em ambos, existe uma preocupação ontológica evidente. Não é sem razão que Heisenberg afirma que não se pode lidar com a física atômica sem que se conheça a filosofia clássica. Essa observação do físico alemão demonstra bem a sua preocupação com a questão do fundamento ontológico da mecânica quântica.

No próximo capítulo tentaremos mostrar como as ontologias de Heisenberg e de Whitehead podem ser coadunadas. Com esse objetivo, traremos à luz algumas interpretações que seguem por essa mesma trilha, ou que pelo menos a tangenciam, para finalmente expormos a nossa própria interpretação.

5. A MECÂNICA QUÂNTICA E A FILOSOFIA DE WHITEHEAD

Ao longo de décadas, vários estudiosos escreveram sobre a relação entre a física e a filosofia de Alfred North Whitehead. O *Resource Guide for Physics and Whitehead*, lançado pelo *Center for Process Studies*, na sua página na internet²⁹, como complemento ao livro *Physics and Whitehead: Process, Quantum and Experience*, de 2004, lista uma bibliografia sobre o tema com cento e setenta e oito referências, abrangendo um período que vai da década de 1920 até os primeiros anos do século atual.

Eastman e Keeton, autores do *Guide*, também apontam alguns impactos da filosofia de Whitehead sobre a física. O primeiro deles, e o que nos diz respeito mais estritamente, é o fornecimento de uma base ontológica natural para as teorias quântica e da relatividade, que os autores explicam da seguinte maneira: “[...] uma teoria de eventos whiteheadiana modificada fornece uma base ontológica natural para a teoria quântica à luz de desenvolvimentos recentes na teoria da medição quântica, para o Teorema de Bell, e para a teoria da relatividade” (2004, p.3, tradução nossa). Dentre os outros impactos citados pelos autores encontram-se: a unificação da geometria e da física; alguns efeitos sobre a pesquisa dominante em gravitação; a simplicidade e os atributos pedagógicos da teoria da relatividade de Whitehead; a inspiração para os trabalhos recentes sobre os possíveis fundamentos quânticos da consciência; e concepção das entidades fundamentais como eventos.

No que diz respeito ao fornecimento de uma base ontológica natural para a teoria quântica, Eastman e Keeton citam os trabalhos de Henry Stapp, David Finkelstein, Shimon Malin e Abner Shimony. Neste capítulo, antes de elaborarmos nossa interpretação da noção heisenbergiana de *potentia* por um viés platônico-whiteheadiano, comentaremos as interpretações de Shimony, Stapp, Malin e de Michael Epperson (que no nosso caso substitui David Finkelstein).

Advertimos que não é o nosso objetivo propor uma ontologia natural da mecânica quântica nesta tese. O que pretendemos é mostrar como se pode fundamentar uma interpretação ontológica da mecânica quântica na filosofia do organismo de Whitehead, por intermédio de uma base metafísica comum. Procederemos com este fito na última seção do presente capítulo.

²⁹http://www.ctr4process.org/publications/ProcessStudies/PSS/2004-6-EastmanT-KeetonH-Resource_Guide_for_Physics_and_Whitehead.pdf

5.1. Abner Shimony e a necessidade de uma filosofia do organismo modificada

O físico e filósofo da ciência Abner Shimony pode ser contado entre aqueles que consideram plausível uma interpretação ontológica da mecânica quântica a partir da filosofia do organismo de Whitehead. Contudo, ele faz a ressalva de que se deve criar uma versão modificada da filosofia whiteheadiana (1993, p. 292 e 309; 1998, p. 159), porque, de acordo com ele, Whitehead só trata em seus escritos da

“[...]’velha’ teoria quântica, consistindo nas hipóteses de Planck (1901) e de Einstein (1905) de que a energia eletromagnética é emitida e absorvida em quanta, junto com o modelo do átomo de Bohr (1913), no qual se supunha acontecerem transições descontínuas entre órbitas eletrônicas discretas” (1993, p. 291, tradução nossa).

Embora algumas noções da filosofia de Whitehead possam ser aproveitadas, seria preciso atualizar outros princípios da filosofia do organismo para alinhá-los com a “nova” mecânica quântica, produzida a partir dos trabalhos de Heisenberg, Bohr, de Broglie, Schrödinger, Born, Jordan, Dirac, entre outros.

Na primeira resposta ao físico Shimon Malin – defensor da filosofia do organismo de Whitehead como base para a elucidação metafísica da física em geral e da mecânica quântica em particular –, com quem manteve um diálogo sobre os fundamentos metafísicos da mecânica quântica, Shimony apresenta as suas ideias sobre a relação entre esta e a filosofia de Whitehead, afirmando concordar parcialmente com Malin. Para ele, “[...] algo como a ‘filosofia do organismo’ de Whitehead é necessário, mas com modificações significativas – algumas das quais podem ser extraídas da própria mecânica quântica, e outras têm de aguardar a ciência do futuro” (2006, p. 269, tradução nossa).

Na mesma medida em que guarda uma certa simpatia pela filosofia de Whitehead, Shimony também faz algumas ressalvas a ela. Ele contou em entrevista a Joan Lisa Bromberg, em 2002, que se tornou um whiteheadiano por influência do filósofo Paul Weiss que foi seu professor em Yale. Shimony apreciava, então, o mentalismo de Whitehead. Ele admirava a ideia de que haveria alguma variedade de mentalidade em um nível muito primitivo na natureza, e explica seu envolvimento com essa ideia nos seguintes termos:

Agora veja você, que [a ontologia de Whitehead] me atraiu muito, porque eu era um evolucionista ardente. Pareceu-me que, se as criaturas como nós são produtos evolutivos, então nossas faculdades mentais devem ser produtos da evolução, e não apenas os nossos corpos. Se nossas faculdades mentais são produtos da evolução, então deve haver algo semelhante ao mental a partir do qual as faculdades evoluem (BROMBERG; SHIMONY, 2002, tradução nossa).

Entretanto, depois de ler *The Revolt Against Dualism*, de Arthur Lovejoy, Shimony teve abalada a sua convicção whiteheadiana. No último parágrafo da sua primeira resposta a Malin, Shimony explica o porquê de não mais se convencer de que a filosofia do organismo possa ser uma boa alternativa filosófica para a fundamentação da mecânica quântica:

É obscuro para mim o que a protomentalidade tem em comum com a mentalidade que todos nós conhecemos pela introspecção, o que a "experiência" primitiva atribuída às entidades atuais que compõem as partículas elementares da física tem em comum com a experiência de nossas vidas humanas ordinárias. Arthur Lovejoy me convence quando ele acusa Whitehead de não ser "um adversário do dualismo com o qual estamos aqui em causa, mas apenas um dualista com uma diferença" (2006, p. 274-273, tradução nossa).

Portanto, o que Shimony considera obscuro na concepção whiteheadiana das entidades atuais é a sua protomentalidade. Ele parece não concordar com a ideia de que os constituintes elementares da matéria já tragam em si mesmos características protomentais. Do seu ponto de vista, restam ainda questões em aberto para a ciência e para a filosofia, por exemplo: como é possível surgir organismos a partir de elementos inorgânicos? Ou ainda, como uma mente autorreflexiva pode se originar de constituintes elementares com características protomentais? A primeira questão trata da emergência da vida a partir da não-vida. A segunda, diz respeito ao surgimento da mentalidade de alta ordem a partir da protomentalidade. Na filosofia de Whitehead a protomentalidade das entidades atuais é postulada exatamente como um antídoto à "bifurcação" entre o mental e o físico. Shimony se deixou convencer pelo argumento de Lovejoy sobre o dualismo da concepção whiteheadiana, discordando, assim, do cerne do pensamento metafísico de Whitehead.

Na sua segunda resposta a Malin, Shimony sumariza no último parágrafo a sua expectativa atual:

O que é necessário é um novo tipo de progresso científico em um reino que está "além da diferença entre o 'físico' e o 'psíquico'" (citado de Wolfgang Pauli por H.P. Stapp, em *Mind, Matter and Quantum Mechanics*) e previsto por R. Penrose em *Shadows of the Mind*. Pode-se ser cético sobre suas reivindicações de sucesso presente na unificação do físico e do mental e, no entanto, não se desesperar com a possibilidade de um grande progresso no longo prazo (2006, p. 276).

Isto significa que, mesmo tendo perdido sua convicção whiteheadiana, Shimony ainda é animado pela ideia de que é necessário ir além da divisão do mundo entre físico e mental, para que se construa uma imagem científica e filosófica em que esses dois aspectos da realidade não se confrontem mais e sejam integrados em um quadro único.

5.2. Henry Stapp e o universo consciente

O físico Henry Stapp talvez seja um dos estudiosos que mais sustenta a relação entre a mecânica quântica e a filosofia de Whitehead. Com vários artigos publicados sobre o assunto³⁰, Stapp tem se dedicado ultimamente ao problema da conexão entre a mente e o cérebro, mediada pela mecânica quântica. Ele denomina a sua teoria de dualismo interativo quântico.

A sua abordagem da relação entre a filosofia de Whitehead e a mecânica quântica leva em consideração a interpretação ortodoxa da mecânica quântica. Segundo Stapp, esta interpretação é constituída pela Interpretação de Copenhague acrescida do formalismo matemático de John Von Neumann e da interpretação de Eugene Wigner. Para Stapp existem pontos comuns de relação entre a filosofia de Whitehead e a interpretação ortodoxa da mecânica quântica. Principalmente no que diz respeito à passagem do discreto para o contínuo.

Em seu último livro, *Mindful Universe: Quantum Mechanics and the Participating Observer*, Stapp recorre às interpretações de Heisenberg, Von Neumann e Whitehead para lidar com o fenômeno da emergência da consciência. Para Stapp a realidade é criada pela consciência, pois é ela quem causa o colapso da função de onda, fazendo com que a realidade surja.

A base filosófica de sua abordagem é designada como uma “ontologia quântica whiteheadiana”. De acordo com Stapp, Whitehead cria uma estrutura ontológica não antropocêntrica, na qual uma teoria pragmática antropocêntrica já se encontra inserida. Stapp explica por que esse tipo de ontologia é importante:

Se quisermos abordar as questões básicas da natureza dos seres humanos, então precisamos mais do que apenas um sistema de regras práticas que funcionem para nós. Precisamos ser capazes de ver essa teoria pragmática antropocêntrica como uma destilação útil de uma estrutura ontológica não antropocêntrica subjacente que coloca a evolução da nossa espécie consciente dentro do contexto mais amplo da estrutura da própria natureza (2007, p. 85, tradução nossa).

Stapp recorre à ontologia whiteheadiana por crer que, embora esta ontologia parta da ideia de experiência, ela não privilegia a experiência humana. Para o físico norte-americano, as ocasiões atuais, com seus polos físico e mental, podem ser consideradas como os blocos de

³⁰ Henry Stapp mantém uma página Web onde disponibiliza os seus artigos: <http://www-physics.lbl.gov/~stapp/stappfiles.html>

construção da realidade. Segundo Stapp, as ocasiões atuais identificam-se com eventos de redução quântica (colapso da função de onda).

Há dois tipos de ocasiões atuais. Cada ocasião atual do primeiro tipo é uma ação intencional de sondagem que divide um continuum em uma coleção de discretas possibilidades experimentalmente diferentes. Cada ocasião atual do segundo tipo escolhe (atualiza) uma daquelas possibilidades discretas, e oblitera o resto (Ibid., p. 96, tradução nossa).

Para Stapp a realidade é composta de ocasiões atuais que tomam as potencialidades criadas por ocasiões atuais prévias e criam, com base nessas potencialidades de entrada, as potencialidades de produção para ocasiões posteriores. Essas potencialidades são representadas matematicamente por estados (operadores de densidade) no espaço de Hilbert. Ideias e qualidades ideais são consideradas realidades ontológicas, que têm a propriedade ideal de serem capazes de recriar, dentro delas, aspectos de outras ideias anteriormente existentes. E cada ocasião atual deve ser concebida como uma atividade que combina ideias do passado com as potencialidades existentes, descritas física e matematicamente, para criar a sua potencialidade de produção, conforme as leis quânticas de von Neumann, em conjunto com a sua ideia de produção. O estado de produção é um aspecto da ideia de produção, mas é exprimível matematicamente.

Os elementos básicos da teoria são eventos psicofísicos: eventos que têm aspectos que são descritos em linguagem psicológica, concebidos como elementos dos nossos fluxos de consciência, e aspectos que são descritos em termos físicos, isto é, em termos de propriedades matemáticas ligadas a pontos do espaço-tempo. Para Stapp, a teoria física contemporânea não permite que nenhum aspecto seja reduzido a outro. Assim a teoria física contemporânea não apoia nem o materialismo nem o idealismo. Ela é um dualismo interativo, onde, contudo, nenhum aspecto do dualismo é uma substância, no sentido em que é autossuficiente. Como os elementos principais são eventos que têm tanto aspectos mentais como físicos, a física contemporânea poderia ser classificada, ontologicamente, como possuidora de um aspecto dual monista-pluralista, cujo pluralismo vem do fato de que há muitos desses eventos elementares, que, contudo, concordam entre si de uma maneira logicamente consistente.

De acordo com Stapp, não se deve considerar a física como puramente pragmática. Essa descrição da teoria física contemporânea é exata porque ainda não temos uma teoria consistente que permita que ela seja reduzida a algo mais simples. Qualquer tentativa de se fazer isso deve ser considerada mera especulação ainda não apoiada por métodos científicos. A possibilidade de uma redução a um materialismo puro pareceria problemática, porque a

matéria, como normalmente é concebida, obedece a leis dadas, mais do que cria novas leis. A nossa ideia da natureza das ideias, baseada no caráter biologicamente sustentado dos nossos próprios fluxos de consciência, pode fornecer um conceito igualmente deficiente da natureza de realidade. Para Stapp, a estrutura da ciência contemporânea pode estar mais perto da verdade do que o materialismo ou o idealismo.

5.3. Shimon Malin e a unidade da natureza

Em seu livro *A Natureza Ama Esconder-se*, o físico Shimon Malin advoga em favor do princípio da unidade na natureza. Ele elabora uma teoria onde se interpenetram a mecânica quântica, a filosofia do organismo de Whitehead e o neo-platonismo de Plotino. Malin segue a trilha heisenbergiana da ideia de potência e concebe os objetos quânticos como “campos de potencialidade”. Ao adotar essa concepção dos objetos quânticos, Malin tem a possibilidade de introduzir uma interpretação whiteheadiana desses objetos. A abordagem de Malin centra-se no conceito de estado quântico (descrito pela função de onda). O que lhe interessa é entender como ocorre o colapso da função de onda. Ele acredita que a filosofia de Whitehead pode ser útil quando se trata de pensar na atualização de potencialidades. De acordo com ele:

A transição do potencial para o real é o elemento central tanto na filosofia processual de Whitehead como na mecânica quântica. [...] Usando “experimentos de escolha retardada”, o relacionamento de potencialidades com o tempo é demonstrado ser diferente do relacionamento de eventos reais com o tempo. Isso leva à questão de se um estado quântico descreve as potencialidades em si mesmas ou o conhecimento que está disponível sobre elas (2003, p. 179).

Malin retoma, portanto o antigo dilema sobre o que a ciência descreve: a natureza em si mesma ou o nosso conhecimento da natureza. Aludimos anteriormente a esse dilema e dissemos que Bohr adotava uma postura epistêmica sobre o conhecimento científico. Para o físico dinamarquês, a física lida com o nosso conhecimento acerca da realidade e não com a própria realidade. Dissemos também que Heisenberg concordava com Bohr e, entretanto, admitiu a existência de um tipo de objeto completamente diferente, ao qual ele denominou *potentia*. Com isso, o físico alemão abriu caminho para uma ontologia formal.

Shimon Malin parece querer conciliar a visão epistêmica de Bohr com a ontologia formal concebida por Heisenberg, costurando as possíveis diferenças com conceitos whiteheadianos. Assim, a concepção epistêmica a respeito do estado quântico encontra

respaldo em uma ontologia formal, na qual despontam os elementos ontológicos descritos por Whitehead na sua filosofia do organismo, principalmente os objetos eternos.

No texto intitulado *What Are Quantum States*, publicado na internet, Malin afirma não haver contradição entre a interpretação epistêmica dos estados quânticos e a descrição ontológica de Whitehead porque tratam de domínios diferentes. A primeira é “[...] uma forma de expressar matematicamente o conhecimento disponível sobre um sistema quântico a partir da perspectiva de um determinado ponto no espaço”³¹, enquanto a descrição ontológica é especulativa e não pretende encontrar evidências físicas para as suas afirmações.

Embora tratando de domínios diferentes, Malin não se furta a interpretar a função de onda a partir da descrição ontológica estabelecida por Whitehead. Em *A Natureza Ama Esconder-se* (2003), dedica um capítulo inteiro ao assunto: “Dentro e Fora do Espaço e Tempo”. Eis como Malin o resume:

Neste capítulo focalizamos nossa atenção sobre o mistério no coração da mecânica quântica, “o colapso dos estados quânticos”. O colapso é o processo por meio do qual, em um ato de medição, o potencial se torna real: um “evento quântico elementar” é criado fora de um *background* de potencialidades. O processo é atemporal, ocorrendo fora do espaço e tempo, e conduz ao aparecimento de um evento real no espaço-tempo. A ideia de um processo atemporal pode parecer estranha, mas não é nem nova nem obsoleta. Ela é uma parte integral da visão de mundo de Platão, bem como da de Whitehead. A compreensão de processos atemporais clama por ambos, um raciocínio discursivo e contemplação (p. 111).

De acordo com Malin a estrutura do colapso dos estados quânticos envolve três estágios. O primeiro é uma escolha de um conjunto particular de potencialidades, que corresponde ao aparelho de medição; o segundo corresponde a uma escolha de uma potencialidade específica fora do conjunto de potencialidades selecionadas no primeiro estágio; o terceiro diz respeito a uma realização da escolha feita no segundo estágio, ou seja, ao aparecimento no espaço-tempo do fenômeno que foi selecionado.

O exemplo que ele nos fornece é o de um elétron que se movimenta em direção a uma tela de tv. O elétron é um campo de potencialidades que consiste em diferentes tipos de potencialidades. Podemos encontrar tipos distintos de potencialidades correspondendo à medição da posição, do momento, das componentes x, y e z do momento angular, etc. No nosso caso, trata-se da medição da posição. No primeiro estágio do colapso há um alinhamento entre o campo de potencialidades e o tipo de medição que se fará. Assim, a função de onda é representada mais em termos de todas as posições possíveis, do que do

³¹ Cf. <http://www.ctr4process.org/publications/Articles/LSI05/Malin%20Paper.pdf>

momento ou das componentes do momento angular. Portanto podemos pensar que o elétron está se dirigindo para chocar-se com a tela da tv. O segundo instante é aquele em que uma área da tela da tv é escolhida como o ponto de impacto do elétron, por exemplo, o canto superior direito da tela. O último estágio é o momento em que o elétron colide com a tela da tv na área escolhida no estágio anterior. Segundo Malin, é quando acontece o evento quântico elementar. Os dois primeiros estágios acontecem no campo das potencialidades, apenas o terceiro estágio é real.

Portanto, trata-se de conceber a atualização das potencialidades, isto é, de como o potencial se torna um evento real observável. Para Malin, o processo de atualização de potencialidades pode ser compreendido por intermédio das categorias da ontologia de Whitehead.

Vimos, ao comentar os elementos básicos da ontologia de Whitehead, que existem dois deles que são extremos: o objeto eterno e a entidade ou ocasião atual. O primeiro encontra-se fora do tempo, é atemporal. O segundo constitui a realidade elementar do processo de concreção de um ser (evento) e, por isso mesmo, ocorre no tempo. Assim, a atualização da potencialidade corresponde à entrada no tempo de algo que é atemporal. Whitehead chama os objetos eternos de puros potenciais para a determinação específica de fato. Do ponto de vista de Malin, os dois primeiros estágios da medição da posição do elétron evocam os objetos eternos de Whitehead, já que o elétron, nestes estágios, ainda não é um evento real, o que só acontece quando ele se choca com a tela da tv.

Para Malin, o colapso dos estados quânticos encontra o seu correlato na atualização das potencialidades, na ontologia de Whitehead. O sistema quântico em superposição de estados corresponde ao objeto eterno, atemporal. O evento quântico elementar real, por sua vez, representa a atualização de uma dessas potencialidades.

5.4. Michael Epperson: descoerência e Whitehead

Michael Epperson, filósofo e professor da California State University Sacramento, defende que a ontologia whiteheadiana é consistente com relação à teoria quântica, e em particular com as teorias da descoerência de Zurek, Gell-Mann, Omnès, e outros.

Em primeiro lugar, Epperson discorda da ideia defendida por Shimony, de que é preciso estabelecer um whiteheadianismo modificado para dar conta da “nova” mecânica quântica. Segundo o filósofo americano, encontram-se algumas referências, em *Process and*

Reality, a termos matemáticos e conceitos usados pela “nova” teoria quântica, tais como “teoria da probabilidade”, “teoria dos tensores” e “teoria das matrizes” (2004, p.223). O que pode ser um indício de que Whitehead estava atento às transformações da física do seu tempo, e não se referia apenas às origens da mecânica quântica.

Ademais, segundo Epperson o esquema cosmológico de Whitehead é passível de se ajustar à teoria quântica de maneira coerente, lógica, aplicável e adequada, pela sua capacidade de reduzir as diferenças entre as concepções clássica e quântica da natureza. Mas para isso é preciso que se ajuste às cinco inovações conceituais que, de acordo com Abner Shimony, a teoria quântica implica: a indefinição objetiva; o acaso objetivo; a probabilidade não epistêmica objetiva; o emaranhamento objetivo; e a não-localidade quântica.

De acordo com Epperson, a tentativa de interpretar coerentemente essas inovações conceituais acabou produzindo duas estratégias distintas, as quais renunciam a uma interpretação ontológica que aproxime a física clássica da física quântica. A primeira, a interpretação estatística ou instrumental é “[...] capaz de explicar a indefinição; o acaso; a probabilidade; e o emaranhamento; tornando estes conceitos apenas epistemicamente significativos, em oposição à ontologicamente significativos” (Ibid., p. 224, tradução nossa). A segunda estratégia parte da restrição da caracterização do significado ontológico da mecânica quântica. Para ela, a realidade objetiva encontra-se velada e só se pode aceder às coordenações subjetivas das nossas experiências da realidade subjacente e necessariamente velada. A objetividade das leis físicas é apenas aparente, já que se baseia nas coordenações subjetivas comuns de um grande número de pessoas. Portanto, nada impede que surjam algumas coordenações subjetivas incompatíveis com as primeiras. O Princípio de Complementaridade de Bohr representaria bem essa outra estratégia, pois “[...] considera as incompatibilidades conceituais que separam a caracterização fundamental da natureza descrita pelas mecânicas quântica e clássica como evidência deste único princípio ontológico” (Ibid., p. 224-225, tradução nossa). Assim, não é preciso apelar para uma interpretação ontológica que possa acomodar as concepções clássica e quântica, pois cada uma é atinente ao seu próprio domínio. Epperson considera essas estratégias como exemplos do que Whitehead chamava de ciladas da aplicação do método de generalização filosófica às ciências naturais, isto é, “[...] a utilização de noções específicas, aplicando-se a um grupo restrito de fatos, para a adivinhação das noções genéricas que se aplicam a todos os fatos” (WHITEHEAD, 1985, p. 5, tradução nossa).

Contrastando com essas estratégias, Epperson aponta para as “[...] interpretações da mecânica quântica que tentaram abarcar a validade dos princípios da mecânica clássica,

propondo, ao mesmo tempo, uma caracterização mais fundamental desses princípios e a sua aplicação ao mundo natural” (EPPERSON, 2004, p. 225, tradução nossa). Entre essas interpretações ele relaciona a interpretação do estado relativo, de Everett; a interpretação da localização espontânea, de Ghirardi, Rimini, Weber e Pearle; e as teorias baseadas na descoerência, de Zurek, Gell-Mann, Omnès, e outros³².

Para Epperson, as teorias baseadas na descoerência “[...] podem ser caracterizadas como uma detalhada e fundamental exemplificação da filosofia do organismo de Whitehead no que se refere às ciências físicas” (Ibid., p. 226, tradução nossa). São muitos os pontos de contato entre o esquema ontológico de Whitehead e as teorias baseadas na descoerência, de acordo com Epperson. Talvez o principal seja o que vincula a seleção negativa dos estados de um sistema pelo efeito de descoerência com a noção whiteheadiana de apreensão negativa, que trata da maneira pela qual os objetos eternos são apreendidos por uma entidade atual em concreção. Ou seja, a apreensão negativa elimina os seus dados, de forma que esses dados não contribuem para o processo de concreção da entidade atual. Portanto, o efeito de descoerência e a apreensão negativa encontram-se no cerne do problema da atualização das potencialidades, fornecendo uma compreensão ontológica para a constituição do mundo real.

Os esforços de Epperson em pensar uma ontologia whiteheadiana em consonância com a interpretação da descoerência ainda estão em curso. Atualmente ele desenvolve, em parceria com pesquisadores associados e consultores, uma pesquisa no *Center for Philosophy and the Natural Sciences*, na *California State University Sacramento*, intitulada “Foundations of Relational Realism: Logical Causality, Intrinsic Decoherence, and a Category-Theoretic Mereotopological Model of Quantum Spacetime”³³. No detalhamento de seu projeto de pesquisa Epperson explica que a questão fundamental a ser explorada pelo grupo consiste em saber “[...] se há fontes intrínsecas de descoerência na natureza, ou seja, fontes que não podem ser contabilizadas, em um ambiente experimental, unicamente através de qualquer dos mecanismos de descoerência conhecidos” (Tradução nossa).

Nesse contexto, Epperson sugere que a filosofia do organismo de Whitehead é capaz de fornecer uma descrição ontológica, baseada em processos relacionais fundamentais, que podem ser perfeitamente integrados às modernas interpretações da mecânica quântica, baseadas nos efeitos de descoerência.

³² Cf. NETO, N. P. **Teorias e interpretações da mecânica quântica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

³³Encontram-se essas informações na página web do professor Epperson: <http://www.csus.edu/cpns/epperson/>

5.5. Platão, Whitehead e Heisenberg

Em *Process and Reality*, Whitehead dedica-se, no terceiro capítulo, ao estudo da ordem da natureza. Heisenberg, no seu manuscrito de 1942, intitulado *Ordnung der Wirklichkeit* (traduzido em português por “A Ordenação da Realidade”), também elabora uma tentativa de ordenar a realidade. Será que há algo em comum entre esses dois pensadores quando tratam de algo denominado “ordem”? A resposta é: sim, há. Ambos recorrem, em certa medida, à filosofia de Platão.

Whitehead afirma que Platão e Newton, com o *Timeu* e o *Escólio*, respectivamente, são as duas grandes influências para o pensamento cosmológico moderno. No entanto, ele vê uma diferença entre esses dois pensadores. Newton atém-se à descrição do mundo físico, enquanto Platão promove uma investigação essencialmente metafísica, à qual Whitehead se refere como o “[...] esforço de conectar o comportamento das coisas com a natureza formal das coisas” (1985, p. 94, tradução nossa).

Outrossim, há em Heisenberg uma constante preocupação com o que ele chama de “ordem central”, cujo princípio metafísico encontra-se, segundo o físico alemão, no cerne da filosofia platônica. O manuscrito de 1942 deve ser entendido dentro desse espírito da busca por uma “ordem central”.

Podemos considerar o manuscrito de 1942 como uma consequência das preocupações filosóficas sobre as ciências da natureza, que inquietavam Heisenberg desde a sua juventude. É fácil constatar-se esta assertiva quando lemos o capítulo intitulado “Primeiro encontro com a teoria atômica (1919-1920)”, do livro *A Parte e o Todo*. Ali, Heisenberg rememora a sua primeira conversa sobre o mundo dos átomos com dois jovens amigos. O tema central do capítulo é a existência de uma “ordem central” e de como ela se encontra intimamente ligada à filosofia de Platão. A princípio a ideia de uma “ordem central” parecia um tanto perturbadora ao jovem físico:

Enquanto isso, minha inquietação persistiu, embora talvez fosse apenas parte do desassossego que se havia apoderado de toda a juventude alemã. Fiquei imaginando por que um grande filósofo como Platão teria pensado poder reconhecer uma ordem nos fenômenos naturais, quando nós mesmos não éramos capazes de fazê-lo (HEISENBERG, 1996, p. 17-18).

No entanto, uma experiência inusitada o levaria a ter uma percepção imediata, uma intuição, daquilo que, de início ele não compreendia. Quando um jovem violinista executou as

primeiras notas da *Chacona* de Bach, conta Heisenberg que imediatamente, e com extrema certeza, descobriu a sua ligação com o centro (1996, p. 20).

A ideia de uma ordem central, à qual alude Heisenberg, encontra ressonância no texto de Whitehead. Contudo, a concepção do filósofo inglês parece estar mais de acordo com o pensamento platônico, uma vez que para cada entidade atual existe uma ordem ideal dominante. Sem muito esforço, podemos conceber essa ordem ideal dominante como uma característica dos objetos eternos, que definem e limitam as entidades atuais quando ingressam nos seus processos de concrecência. Algo semelhante à *methexis* (participação) platônica, ou seja, a ingressão dos objetos inteligíveis no mundo sensível, pela doação da forma aos objetos materiais.

Por sua vez, Heisenberg parece colocar em relevo as ideias de unidade e de totalidade, ao se referir à noção de ordem central. Isto nos parece claro quando ele fala sobre os vários discursos proferidos pelos jovens que se reuniram em assembleia no Castelo de Prunn, para debater que tipo de futuro deveriam construir depois da derrota na guerra:

Pelos discursos dos oradores, ficou claro que diferentes ordens, por mais sinceramente que fossem defendidas, eram passíveis de entrar em choque, e que o resultado era o oposto diametral da ordem. Achei que isso só era possível porque todos aqueles tipos de ordem eram parciais, eram meros fragmentos cindidos de uma ordem central; talvez não houvessem perdido sua força criativa, mas já não eram direcionados para um centro unificador (Ibid., p.19).

A percepção de Heisenberg de que várias ordens parciais confrontando-se podem produzir a desordem, porque coexistem enquanto fragmentos afastados de uma ordem central única e totalizadora, encontra o seu correlato no pensamento de Whitehead, quando o nosso filósofo introduz o conceito de desordem como consequência de uma realização apenas parcial da ordem ideal dominante para cada entidade atual (1985, p. 83). Portanto, do ponto de vista de Whitehead, a desordem é a não realização completa da ordem ideal dominante que, assim como para Heisenberg, torna-se apenas um fragmento dessa ordem. Ainda em consonância com Heisenberg, Whitehead afirma que não apenas a desordem resulta desse fragmento da ordem ideal dominante, mas há nele ainda alguma ordem, ainda que parcial (Ibid., p.83-84).

Outro ponto em comum entre as especulações filosóficas de Heisenberg e de Whitehead é o interesse por uma obra específica de Platão, o *Timeu*. Ambos constroem suas ontologias a partir de elementos da filosofia platônica encontrados nesse diálogo sobre a natureza do mundo físico.

A nossa tarefa agora é a de produzir uma interpretação whiteheadiana da noção heisenbergiana de *potentia*, recorrendo ao núcleo comum platônico que consideramos encontrar nos dois pensadores. Obviamente essa interpretação deve se pautar pelo aspecto mais proeminente da ontologia platônica, ou seja, o formalismo. Procuraremos tratar o formalismo em Heisenberg e Whitehead de acordo com critérios específicos que nos permitam conjugar os conceitos de *potentia* e de potencialidade – estando este último atrelado à noção de objeto eterno, no esquema ontológico de Whitehead. Não custa lembrar que o objeto eterno é um correlato ontológico da ideia platônica, compartilhando com esta o mesmo estatuto de realidade atemporal.

Neste ponto, é necessário esclarecer que tanto a ideia platônica quanto o objeto eterno whiteheadiano são reais. Contudo, ser real não tem o mesmo significado que ser atual. O atual realiza-se no mundo concreto. Já a ideia e o objeto eterno são reais no sentido de que existem apenas segundo um ponto de vista ontológico.

Por analogia, a *potentia* heisenbergiana desfruta do mesmo estatuto ontológico da ideia platônica e do objeto eterno whiteheadiano. Ela também pode ser pensada como uma realidade atemporal. Portanto, quando Heisenberg declara que a *potentia* é um estranho tipo de realidade física entre a possibilidade e a realidade (2007, p.15), isto é, uma tendência objetiva para algo vir a ser, ele a situa em uma dimensão atemporal, caracterizada por seu aspecto formal, como já vimos no capítulo 3.

Interessa-nos agora expandir a ideia de potencialidade, examinando-a na ontologia de Whitehead, para depois compará-la com a noção de *potentia* em Heisenberg. O primeiro ponto a ser discutido diz respeito ao aspecto formal do conceito de potencialidade, logo, a sua dimensão atemporal.

Para iniciar o nosso exame da ideia de potencialidade, na filosofia do organismo de Whitehead, precisamos entender o tipo de realidade que ela representa ontologicamente. Cobb Jr. explica os diferentes termos usados por Whitehead para se referir aos objetos eternos:

O próprio Whitehead fornece os seguintes termos equivalentes: "potenciais puros para a determinação específica de fato" e "formas de definição". Às vezes ele usa o termo "possibilidade abstrata" e os estudantes muitas vezes fazem o contraste entre os objetos eternos como possibilidades puras e as entidades reais como possuindo realidade completa. No entanto, geralmente Whitehead associa a possibilidade com algo que realmente pode ocorrer. É melhor ficar mais próximo da sua linguagem. Objetos eternos são potenciais puros, e isso significa formas que poderiam, em princípio, caracterizar algo atual, mas que são, em sua natureza, indiferentes ao fato de que eles caracterizem, ou não, qualquer coisa atual (2008, p. 24, tradução nossa).

Gostaríamos de destacar nessa passagem a indiferença que, segundo Cobb Jr., é própria da natureza dos objetos eternos, no que diz respeito àquilo que eles possam caracterizar. Isto significa que os objetos eternos podem estar relacionados a entidades atuais, definidas no espaço-tempo como entidades concretas, ou que eles podem caracterizar entidades somente abstratas, que não venham a se atualizar jamais no mundo atual. Este último tipo de entidades pode ser exemplificado por um espaço de Calabi-Yau, utilizado na Teoria de Cordas para explicar a existência de dimensões espaciais extras, mas cuja expressão matemática não encontra uma entidade atual correlata no espaço-tempo quadridimensional.

Estejam relacionados ou não a entidades atuais, os objetos eternos são entidades abstratas. Eles existem fora do tempo. E assim como as formas ideais de Platão, os objetos eternos só podem ser conhecidos conceitualmente. Este é o significado da expressão “possibilidade abstrata”, utilizada por Whitehead. Cobb Jr. nos alerta quanto a um possível equívoco na compreensão da ideia de abstração tal como o filósofo inglês a utiliza para falar dos objetos eternos.

Às vezes, os objetos eternos são explicados como abstrações. Isto também pode ser enganoso. Sugere que o seu estado inicial encontra-se nas coisas atuais e que só existem lá ou quando os abstraímos destas. Tal abstração certamente ocorre, mas não tem efeito sobre o caráter ou a condição de um objeto eterno. No entanto, dizer que eles são totalmente abstratos pode ajudar (2008, p. 25, tradução nossa).

Cabe lembrar que os objetos eternos são preendidos conceitualmente em um processo de concreção. Como afirma Ann Plamondon, “[...] o dado de uma apreensão conceitual é um objeto eterno no seu aspecto de pura potencialidade – em sua capacidade geral para a determinação, mais do que como um determinante realizado da atualidade” (1979, p. 32, tradução nossa).

Em *Process and Reality* (1985, p. 65), Whitehead distingue dois tipos de potencialidades: as gerais e as reais. As potencialidades gerais são os feixes de possibilidades, mutuamente consistentes ou alternativas, fornecidas pela multiplicidade de objetos eternos. As potencialidades reais são condicionadas pelos dados fornecidos pelo mundo atual. “A potencialidade geral é absoluta, e a potencialidade real é relativa a alguma entidade atual, tomada como um ponto de vista pelo qual o mundo atual é definido” (Ibid., p. 65).

A partir dessa distinção entre potencialidade geral e potencialidade real, passaremos a considerar a ideia de *potentia* em Heisenberg. O nosso objetivo é mostrar que essa divisão também pode ser encontrada na distinção que Heisenberg faz entre a potencialidade diante de um arranjo experimental e a potencialidade entre dois arranjos experimentais. Começaremos a

nossa demonstração partindo da ideia matemática da função de probabilidade. Vejamos o que o físico alemão nos diz sobre esse assunto:

Quando a função de probabilidade, na teoria quântica, foi determinada no tempo inicial da observação, pode-se calcular, a partir das leis da teoria quântica, a função de probabilidade em qualquer tempo posterior, e pode-se, assim, determinar a probabilidade de uma medição dando um valor especificado da quantidade medida. Podemos, por exemplo, prever a probabilidade de encontrar o elétron em um tempo posterior, em um determinado ponto da câmara de nuvens. Entretanto, é preciso enfatizar que a função de probabilidade não representa em si mesma uma série de eventos no curso do tempo. Ela representa uma tendência para os eventos e para o nosso conhecimento dos eventos. A função de probabilidade só pode se conectar com a realidade se uma condição essencial for cumprida: se uma nova medição for feita para determinar certa propriedade do sistema. Somente então a função de probabilidade nos permite calcular o resultado provável da nova medição (HEISENBERG, 2007, p. 20, tradução nossa).

Do que foi dito acima sobre a função de probabilidade devemos reter duas ideias. A primeira é que a função de probabilidade representa uma tendência para os eventos e o nosso conhecimento deles. A segunda, concerne ao fato de que a função de probabilidade só se conecta à realidade quando uma segunda medição é feita. Essas duas ideias podem ser esclarecidas se continuarmos atentos àquilo que Heisenberg nos comunica sobre a interpretação teórica de um experimento.

A interpretação teórica de um experimento requer três passos distintos: (1) a tradução da situação experimental inicial em uma função de probabilidade; (2) o acompanhamento dessa função no curso do tempo; (3) a declaração de se fazer uma nova medição do sistema, cujo resultado pode ser então calculado a partir da função de probabilidade. Para o primeiro passo o cumprimento das relações de incerteza é uma condição necessária. O segundo passo não pode ser descrito em termos dos conceitos clássicos; não há descrição do que acontece ao sistema entre a observação inicial e a próxima medição. É apenas no terceiro passo que mudamos outra vez do “possível” para o “atual” (Ibid., p. 20-21).

No primeiro e no terceiro passos a função de probabilidade encontra os seus correlatos nos conceitos clássicos. No primeiro passo, por exemplo, podemos definir o arranjo experimental de acordo com o observável que desejamos medir: a posição, o momento, o momento angular, a energia etc. Mas, uma vez que se define o observável do sistema que se quer medir, segundo as relações de incerteza, a função de probabilidade passa a ser escrita em função desse observável, fazendo com que seja impossível obter medições simultâneas. Isto significa, também, que quanto mais conhecimento o experimentador passa a ter sobre um observável, menos conhecimento ele obtém sobre os outros observáveis do sistema, ou sobre o sistema total. É neste sentido que a função de probabilidade na qual se traduz o arranjo

experimental inicial exprime uma tendência para os eventos e para o nosso conhecimento dos eventos.

No terceiro passo, quando uma nova medição é realizada, a função de probabilidade, escrita de acordo com o arranjo experimental inicial, passa novamente a descrever um observável do sistema passível de ser traduzido em linguagem clássica. Além do mais, o conhecimento que se adquire sobre esse observável do sistema só podia ser expresso de maneira probabilística, antes da medição.

Mas o problema da medição quântica encontra-se na descrição do que acontece entre duas medições. Vejamos o que Heisenberg diz a esse respeito:

Uma dificuldade real na compreensão dessa interpretação surge, todavia, quando se faz a famosa questão: mas o que acontece “realmente” em um evento atômico? Foi dito anteriormente que o mecanismo e os resultados de uma observação podem ser sempre afirmados em termos de conceitos clássicos. Mas o que se deduz a partir de uma observação é uma função de probabilidade, uma expressão matemática que combina afirmações sobre possibilidades ou tendências com afirmações sobre o nosso conhecimento dos fatos. Então não podemos objetificar completamente o resultado de uma observação. Não podemos descrever o que “acontece” entre esta observação e a próxima (2007, p. 24).

Neste ponto, consideramos que a intervenção do esquema ontológico de Whitehead ser-nos-á útil para tentar compreender a dificuldade apontada por Heisenberg. Em primeiro lugar devemos ter em mente a ideia de que a função de probabilidade expressa uma possibilidade ou uma tendência. Isto significa dizer que a função de probabilidade representa uma potencialidade do sistema observado. Sabemos que a função de probabilidade é escrita a partir do arranjo experimental inicial, depois de o experimentador decidir o observável a ser medido no experimento e depois de a medição ser realizada. Portanto, a potencialidade que se exprime na função de probabilidade é condicionada pelos dados fornecidos pelo arranjo experimental, o que na linguagem ontológica de Whitehead corresponde à potencialidade real. Isto se dá porque o aparato de medida pode ser concebido como uma ocasião atual que define o tipo de potencialidade a ser atualizada pelo processo de medição.

Quando Heisenberg afirma que a função de probabilidade combina afirmações sobre possibilidades ou tendências com afirmações sobre o nosso conhecimento dos fatos, de um ponto de vista whiteheadiano, podemos concluir que a função de probabilidade descreve dois modos de apreensão distintos. Uma apreensão física, feita pelo aparato de medida, e uma apreensão conceitual, realizada pelo observador.

Por outro lado, a incapacidade de se descrever o que acontece entre duas observações deve-se, primordialmente, ao fato de estarmos diante de uma potencialidade geral, definida

por Whitehead como absoluta. Neste caso, todos os observáveis do sistema encontram-se em *potentia*, ou seja, permanecem indeterminados em relação ao mundo atual, como puras potencialidades.

Em ambos os casos as potencialidades são atemporais. No entanto, a potencialidade real tende a ingressar no mundo atual por intermédio do processo de observação, constituindo o que se convencionou chamar de colapso da função de onda. Assim, a passagem do potencial ao atual equivale ao ingresso do atemporal no tempo. O que nos remete à filosofia de Platão, tão cara a Heisenberg e a Whitehead.

Em Platão, as formas ideais participam do mundo sensível unindo-se à matéria. No *Timeu*, o filósofo da Academia concebe um enigmático receptáculo ao qual dá o nome de *khora* (χώρα). No diálogo platônico as referências à *khora* são sempre vagas e imprecisas. Ele afirma que basta se admitir três gêneros: “o que devém, aquilo em que isso devém, e o modelo à cuja semelhança se originou o que nasceu” (2001, p. 90). Jayme Paviani, ao analisar o significado do termo *khora*, diz que ele “[...] pode significar ‘região ocupada’, ‘lugar’, ‘espaço’. Pode-se dizer que *khora* determina a materialidade e a espacialidade das coisas que podem ser percebidas no mundo e que estão sujeitas à geração” (2001, p. 145). A *khora* não é nem sensível, nem inteligível. Ela pertence a um terceiro gênero.

É interessante notar que Heisenberg não menciona a *khora* quando escreve sobre o *Timeu*. Ele está mais interessado nos aspectos matemáticos da teoria platônica, mesmo quando trata de questões como a dos componentes mínimos da matéria. O seu foco concentra-se na possibilidade de extrair de Platão uma ontologia formal, capaz de se adequar ao formalismo quântico da interpretação de Copenhague. Talvez por isso encontre tanta dificuldade em lidar com o aspecto ontológico da teoria quântica, ainda que consiga descortinar o problema pelo viés gnosiológico.

Não obstante, Heisenberg lança a questão. A sua ideia de *potentia*, concebida como uma tendência objetiva para que um evento ocorra, inscreve-se no âmbito da ontologia, até porque ele mesmo a descreve como um estranho tipo de realidade entre uma possibilidade e um evento real. Ou seja, a *potentia*, assim como a *khora* pertence a um terceiro gênero. As possibilidades existem fora do tempo, mas são conceitualmente preensíveis. Os eventos ocorrem no mundo atual, e as suas preensões são físicas. Assim, resta a *potentia* como algo intermediário entre o conceitual e o real (atual), como a *khora* platônica.

Novamente vamos recorrer a Whitehead para nos ajudar a entender a correspondência entre a *potentia* e a *khora*. O curioso é que em seu principal livro, *Process and Reality*, onde o pensador britânico apresenta as bases da sua filosofia do organismo, a partir de um esquema

ontológico com forte influência do pensamento platônico, o conceito de *khora* sequer é citado. Somente mais tarde, em *Adventures of Ideas*, Whitehead sentirá a necessidade desse conceito, “[...] para completar a sua descrição da unidade harmoniosa de todos os devires” (PARK, 2011, p. 209, tradução nossa).

Contudo, o conceito de *khora* em Whitehead não se assemelha ao de Platão. A principal diferença reside no fato de que a *Khora* platônica é excessivamente passiva, concebida como receptáculo, ela não possui uma dinâmica interna, enquanto Whitehead a concebe ativa e dinâmica, enfatizando o avanço criativo. “Assim, o ser estático e eterno de Platão torna-se o Eros divino em Whitehead para atrair as coisas para as suas atualizações. Então, a criatividade surge quando a *Khora* e o Eros divino estão unidos” (Ibid., p. 207, tradução nossa). Portanto a *khora*, segundo Whitehead, é o lugar da criatividade. Na *khora*, o processo de concrecência ganha a sua dinâmica por intermédio da atualização das potencialidades. Ela é uma matriz natural de todas as coisas (WHITEHEAD, 1967, p. 134).

Na *khora*, o universo disjuntivo, representado pela multiplicidade, encontra-se conjuntivamente unido na concrecência de uma entidade atual. Mas como adverte Park,

[...] o universo whiteheadiano é sempre e já o pluriverso, pois o universo de cada entidade atual paira sobre os outros. Assim, para alcançar a harmonia das harmonias, o universo whiteheadiano ainda precisa de algo para colocar todas as atualidades juntas. Aqui, Whitehead introduz a *Khora* para a Harmonia. A necessidade da *Khora* é devido à estrutura celular de cada entidade atual. Em outras palavras, quando cada atualidade tem o seu próprio universo e forma sua subjetividade singular, a interconexão entre elas não elimina a individualidade de cada uma delas. Assim como a unidade celular não garante uma unidade no nível do organismo, a integridade de cada ocasião atual não necessariamente prova a unidade das sociedades (Ibid., p. 207, tradução nossa).

A *khora*, então, é a integração criativa entre o múltiplo e o um, entre o universo disjuntivo e o universo conjuntivo. De acordo com Park, “Whitehead exemplifica dois *loci* da *Khora*: o *continuum* extensivo e a identidade pessoal” (Ibid., p. 207, tradução nossa). Para a nossa finalidade de pensar a *potentia* heisenbergiana como *khora*, vamos nos ater apenas ao primeiro destes *loci*, a saber, o *continuum* extensivo.

O *continuum* extensivo designa, no pensamento de Whitehead, o que a maioria dos físicos chama de espaço-tempo. Contudo há certas peculiaridades no conceito whiteheadiano do *continuum* extensivo que devem ser esclarecidas.

A razão pela qual Whitehead usa um termo técnico diferente é que quando dizemos espaço-tempo, trazemos conosco as conotações que esses termos sustentaram por séculos, enquanto ele acha que precisamos repensá-los de maneira mais fundamental. O espaço-tempo pode ser entendido como tendo uma existência

independente dos acontecimentos, sendo, então, o lugar onde os acontecimentos surgem. Whitehead rejeita essa ideia. O espaço-tempo de Einstein tem propriedades físicas tais como a curvatura. O continuum extensivo de Whitehead como potencial ao invés de real é abstrato demais para ter essas propriedades. Seu pensamento sobre isso é informado por seu trabalho em geometria, e não é fácil para aqueles que não são versados em matemática apreciá-lo totalmente. Na parte IV de *Processo e Realidade*, Whitehead desenvolve definições dos elementos geométricos a partir das características da ligação extensiva. As relações extensivas permeiam nossa experiência. As ocasiões atuais podem ser analisadas de forma coordenada nas suas apreensões ou geneticamente nas fases de concreção. Mas elas não podem ser fisicamente divididas nestas ou quaisquer outras partes. Isto significa que o que é atual não é um continuum. Ele é composto de ocasiões atuais, cada uma das quais tendo extensão definida. No entanto, estas se encontram "conectadas extensivamente". Essas conexões extensivas não são atualidades, mas são potencialidades realizadas pelas ocasiões atuais. Estas potencialidades não são atômicas da mesma forma que as ocasiões atuais que as realizam. Ao contrário, elas constituem um continuum. Este é o continuum extensivo. A existência do continuum extensivo depende da existência das ocasiões atuais, mas dada a sua atualidade, o continuum extensivo constitui uma restrição a todas as ocasiões futuras. Elas devem existir em ligação extensiva com as ocasiões passadas e presentes e umas com as outras. O mundo que conhecemos é quadridimensional. No entanto, esta forma de dimensionalidade é uma característica contingente. Talvez a própria dimensionalidade seja contingente. O que é necessário para o continuum extensivo é apenas que todas as ocasiões estejam relacionadas extensivamente (COOB JR., 2008, p. 76-77, tradução nossa).

O mundo atual não é contínuo, mas atômico. Cada ocasião atual representa uma região do *continuum* extensivo. Este, por sua vez, é o resultado de uma percepção sensível, à qual Whitehead dá o nome de "imediatez presencial". Neste modo de percepção o mundo atual é apreendido conscientemente como um *continuum* de relações extensivas (WHITEHEAD, 1985, p. 61). As ocasiões atuais possuem uma duração temporal que caracteriza a sua atomicidade. O contínuo, portanto, é atemporal. Como tal, não pode ser entendido como uma atualidade, mas sim como uma potencialidade. Portanto, enquanto potencialidade, o *continuum* extensivo torna-se a condição necessária para as ocasiões atuais virem a ser no mundo atual. O *continuum* extensivo como o receptáculo é potencialidade para regiões em si, o que significa a sua divisibilidade (NOBO, 1986, p. 208). Mas, por outro lado, as ocasiões atuais, compreendidas como regiões do *continuum* extensivo, tornam-se condição necessária para a "imediatez presencial" do *continuum* extensivo. Esta é uma característica fundamental da filosofia do organismo de Whitehead, que estabelece o seu caráter relacional.

A *khora* seria o sustentáculo das ocasiões atuais no *continuum* extensivo. Ela contém em si as ocasiões atuais, mas ela mesma não possui nenhuma forma. Como afirma Whitehead, a *khora* não é abstraída a partir das ocasiões atuais (1967, p. 134).

De tudo o que foi dito acima, podemos deduzir que a *khora* é o elemento essencial para o devir das ocasiões atuais. Ela atua entre as potencialidades e as atualidades, introduzindo a dinâmica criativa no processo de concreção das ocasiões atuais. De certa

maneira pode-se designar a *khora* como a própria criatividade, e não apenas como uma instância da criatividade. Vimos no capítulo anterior que a instância máxima da criatividade, para Whitehead é Deus. Então, a *khora* pode ser concebida como o receptáculo de toda geração, ao mesmo tempo em que é a causa eficaz da atualização das potencialidades.

Em que medida o conceito de *potentia* elaborado por Heisenberg pode ser atrelado à ideia de *khora*, tal como Whitehead a entende? Não podemos nos esquecer do viés quantitativo que Heisenberg lhe imprime, ao contrário da concepção qualitativa existente em Aristóteles. Como afirmamos no capítulo 3, uma possibilidade de se pensar a *potentia* quantitativamente implica a construção de uma ontologia formal. Essa ontologia formal deve estar de acordo com o formalismo matemático da teoria quântica.

Ronde (2012) tenta enfrentar essa questão, propondo o conceito de “potencialidade ontológica”. Ele parte de uma interpretação modal da teoria quântica que não considera o colapso da função de onda como uma interação física. “Ao contrário das interpretações ortodoxas, as interpretações modais mantêm a superposição no nível da possibilidade independentemente de qualquer atualização particular” (RONDE, 2012, tradução nossa). Ainda de acordo com Ronde, “negar o colapso, não só rompe a relação causal entre o possível e o atual, mas também determina o corte entre dois níveis descritivos: o possível e o atual”. No entanto, ele ressalva que não se trata de abandonar o atual em proveito único do potencial, mas de pensar a relação entre o atual e o potencial de uma maneira diferente.

De acordo com a nossa posição, as superposições são expressões matemáticas de um existente na teoria que deve ser explicado a partir de um conceito adequado. Sustentamos que, assim como a atualidade, a potencialidade remete a um modo de existência do mundo. O atual pode ser entendido então como uma expressão particular do potencial, onde cada efetuação nos explica ou nos dá a conhecer algo sobre aquilo que existe no modo de ser potencial. Acreditamos que o âmbito do potencial pode permitir a consideração e o desenvolvimento de conceitos que possibilitam dar conta do formalismo quântico de forma coerente (RONDE, 2012, s/p, tradução nossa).

Do ponto de vista de Ronde, a função de probabilidade não apenas pode, como deve ser entendida como a expressão ontológica de um existente na teoria quântica, o que poderia muito bem corresponder à ideia de *potentia* em Heisenberg. Infelizmente, a abordagem de Ronde, ao deixar de lado as relações causais entre as atualidades e as potencialidades, contraria a noção da *khora* whiteheadiana, concebida como causalidade eficaz para o processo de atualização das potencialidades em um processo de concrecência. Contudo, resta uma possibilidade de se manter o caráter relacional da concepção whiteheadiana na proposta feita por Ronde. Pois, ao pensar o atual como uma expressão particular do potencial, Ronde toma

um caminho semelhante ao que Whitehead, via Platão, já havia percorrido. Para o filósofo inglês os objetos eternos são puros potenciais para a determinação específica do fato. A relação causal entre os objetos eternos e as ocasiões atuais tem a ver com aquilo que Whitehead denomina “potencialidade real”, determinada pelos dados do mundo atual. Mas existe a potencialidade geral, quando se considera o feixe de possibilidades constituído pela multiplicidade de objetos eternos, fora de qualquer relação com o mundo atual. Este último caso pode ser a chave para aproximar a interpretação de Ronde da filosofia do organismo de Whitehead.

Além disso, na argumentação de Ronde a favor da potência como um modo do existente independente do atual, encontramos a ideia de que “a potencialidade ontológica permite considerar um âmbito independente do espaço-tempo” (2012, tradução nossa). Para ele “[...] as superposições quânticas não são suscetíveis de ser interpretadas em termos do espaço e do tempo [...]”. Neste ponto parece que há uma aproximação entre as concepções de Ronde e de Whitehead. Sabemos que, para o filósofo inglês, o *continuum* extensivo é mais abstrato do que o conceito einsteiniano de espaço-tempo, ao qual se refere Ronde. Dessa maneira, é bem plausível conceder ao *continuum* extensivo o lugar das superposições quânticas. Ou seja, a *khora*, pode ser o “conceito adequado” que Ronde procura para a explicação das superposições quânticas enquanto um existente na teoria.

Se a *khora* for admitida como a instância de explicação do existente potencial, possuindo ela uma expressão matemática, podemos atribuir-lhe o *status* de conceito chave da teoria quântica, capaz de fazer a integração entre o formalismo matemático e a compreensão ontológica das potencialidades. Assim, preservar-se-ia a concepção quantitativa da *potentia*, de Heisenberg, assimilando-a a ontologia de Whitehead, permanecendo o seu caráter formal, garantido pela filiação de ambos à filosofia de Platão.

CONCLUSÃO

A filosofia do processo, particularmente a filosofia do organismo de Whitehead, tem sido alvo de vários estudos que pretendem encontrar uma base filosófica sólida para a ciência contemporânea. No último capítulo apresentamos os trabalhos de alguns físicos e filósofos que se voltaram para tal tarefa. Não obstante, sabemos que há aqueles que pensam de forma diferente e que ainda vislumbram um lugar de fundamento para a ideia de substância, como o físico teórico Ian J. Thompson, que utiliza o conceito de “substância última”, o qual seria um correlato da noção aristotélica de “substância primeira”. Do ponto de vista de Thompson, a abordagem elaborada por Heisenberg deve ser considerada como uma extensão da concepção aristotélica, pois ele afirma que se podem considerar “[...] algumas ideias de Aristóteles de maneira mais séria, e construir potencialidades e/ou disposições na própria natureza da substância” (1988, p. 19, tradução nossa). Em artigo disponível na internet (2009), Thompson reivindica “[...] que cada objeto natural é composto de algum material subjacente ou substância com algum conjunto dado de poderes causais ou propensões, e, além disso, composto de acordo com uma forma ou estrutura (Tradução nossa)”.

Diante de ideias como as apresentadas por Thompson, é preciso reafirmar que a filosofia do processo não abole a noção de substância, mas a considera como resultado de processos formativos. Portanto, fundamental não são as substâncias, mas os processos. Vale lembrar que o próprio Heisenberg criticava o mecanicismo materialista da física clássica a partir do conceito de substância, o qual ele considerava como o seu fundamento. Assim, quando Thompson se apropria da noção aristotélica de substância e a associa à ideia de potencialidade, ele pretende afirmar que “[...] as propensões do mundo físico são perfeitamente reais e substanciais, e podem, de fato, ser a substância de todas as coisas” (2009, tradução nossa). Este tipo de afirmação se contrapõe ao tipo de ontologia que Heisenberg pretendia atribuir à teoria quântica. A razão para isso se encontra no fato de que Heisenberg se utiliza de um conceito aristotélico, a “potentia”, mas não cai na armadilha substancialista da filosofia aristotélica. Para ele, o que importa é o viés quantitativo da ideia de “potentia” e não o aspecto qualitativo, como em Aristóteles. O aspecto qualitativo está ligado principalmente à predicação, ou seja, à possibilidade de se definir a substância a partir de sua forma. Dessa maneira, a “potentia”, qualitativamente falando, define uma possibilidade

de a substância assumir tal ou tal forma. Por outro lado, a concepção quantitativa da “potentia” acaba saindo do âmbito específico da metafísica aristotélica e sendo absorvida pela filosofia formal de Platão. A “potentia” deve ser compreendida como uma espécie de entidade virtual, passível de ser expressa matematicamente.

O objetivo desta tese é o de mostrar que podemos encontrar algum entendimento entre as ideias filosóficas de Heisenberg e as de Whitehead, fundamentalmente amalgamadas pelo platonismo dos dois pensadores.

Está bem claro para nós que a nossa hipótese leva-nos à conjectura de que houve uma mudança radical na base metafísica da ciência do século XX, em especial na física. A nossa compreensão dessa mudança é reforçada constantemente, através da leitura, não só de filósofos, mas também de físicos contemporâneos. Citaremos um desses exemplos. No capítulo 4 de seu livro *Três Caminhos para a Gravidade Quântica* (2002), Lee Smolin apresenta uma concepção processualista da realidade. Eis alguns dos trechos que reafirmam a proeminência dos processos sobre as coisas (substâncias):

Portanto, parece que há duas espécies de coisas no mundo. Existem objetos como as rochas e os abridores de latas, que simplesmente existem e podem ser completamente explicados por uma lista de suas propriedades. E existem coisas que somente podem ser compreendidas como processos, somente podem ser explicadas contando uma história. Para as coisas do segundo tipo, uma simples descrição nunca é suficiente. Uma história é a única descrição adequada para elas, porque entidades como as pessoas e as culturas não são de fato coisas, mas sim processos que se desenvolvem no tempo (p.60).

Ou ainda esta afirmação mais forte em favor dos processos:

Portanto, não existem de fato duas categorias de coisas no mundo: objetos e processos. O que há são processos relativamente rápidos e processos relativamente lentos. E uma história pode ser curta ou longa, mas é a única explicação realmente adequada para um processo (p. 61).

Em sua adesão à ideia de processo como fundamento para toda a realidade, Smolin chega a se aproximar demais do pensamento de Whitehead, quando diz que o mundo é criado e recriado por inúmeros processos:

Não podemos entender o mundo que vemos em torno de nós como algo estático. Devemos vê-lo como algo criado e sob contínua recriação, pela ação de um enorme número de processos agindo em conjunto. O mundo que vemos em torno de nós é o resultado coletivo de todos esses processos (p. 73).

Ademais, Smolin parece compartilhar com Heisenberg a ideia de que a física clássica se constitui a partir do conceito de substância, ao declarar que “a ilusão de que o mundo consiste em objetos é subjacente a muitas construções da ciência clássica” (p. 61).

Outro físico que se dedica a relacionar a física com a filosofia do processo é Reginald T. Cahill, da Flinders University, na Austrália. Em 2005 ele publicou *Process Physics: From Information Theory to Quantum Space and Matter*. Anteriormente, em 2003, escreveu um artigo para a *Process Studies Supplement*, intitulado apenas “Process Physics”. Ele descreve o que chama de física processual como “[...] uma modelagem da realidade baseada na teoria da informação” (Tradução nossa). Trata-se, em suas próprias palavras, de uma nova física.

A física processual é radicalmente diferente da atual modelagem física não processual da realidade, e os dados experimentais analisados aqui claramente refutam muitos dos fundamentos da física não processual. A física não processual é essencialmente o paradigma da realidade associado com os nomes de Galileu, Newton, Einstein e muitos outros. Sua característica mais marcante é que ela modela o tempo pela geometria, e embora superficialmente tenha sido muito bem sucedida, é demonstrado aqui que grande parte da chamada "confirmação experimental" de seus pressupostos fundamentais tem sido de fato nada mais do que uma consequência de grandes mal-entendidos em física experimental e teórica. A física processual, por outro lado distingue-se por modelar o tempo como processo (2003, s/p, tradução nossa).

Mais adiante, Cahill associa a física processual à filosofia do organismo de Whitehead:

A física processual é claramente um modelo de realidade que implementa muitas das ideias que foram consideradas na filosofia do processo, particularmente a obra de Whitehead. A convergência desta física e desta filosofia representa um desenvolvimento excitante e uma unificação de não apenas várias áreas da física, mas também de muitas outras áreas dos esforços intelectuais humanos (Ibid., tradução nossa).

Como podemos ver, não são poucos os indícios a favor da nossa hipótese de que houve uma troca de base metafísica na ciência, a partir do século XX. O advento da mecânica quântica permite-nos introduzir a ideia de processo substituindo a noção de substância, que deu suporte metafísico à antiga concepção mecânica da natureza.

Acreditamos que ainda há um caminho longo a percorrer para a consolidação da nossa hipótese, tanto na física como em outras ciências. Talvez a biologia seja a área mais propícia para que a ideia de processo se consolide como fundamento metafísico da ciência. As ideias de Whitehead, embora elaboradas como uma tentativa de fornecer uma base ontológica para a física do início do século XX, encontram solo fértil na biologia. Nela, a noção de organismo se torna mais compreensível. A biologia tem se mostrado a mais transdisciplinar das ciências.

Vivemos na era da biotecnologia e da biomedicina. A ecologia vem ganhando cada vez mais força, em face da desastrosa ação do homem na natureza. Fala-se em biomas e ecossistemas, que só podem ser compreendidos a partir de uma noção mais ampla de coletividade de organismos. O caráter transdisciplinar da biologia emerge de sua própria formação enquanto ciência, que abrange os elementos simples da física e os elementos compostos (inorgânicos e orgânicos) da química. Assim, a biologia está de acordo com o traço mais característico que a filósofa Sheela Pawar (2013) atribui ao pensamento do processo enquanto sistema metafísico abrangente, que é o de ser transdisciplinar.

Destarte, a concepção de uma substância última como fundamento metafísico da ciência contemporânea parece sucumbir diante dos vários processos naturais sobre os quais a ciência se debruça, a fim de compreendê-los e descrevê-los.

Mesmo quando nos deparamos com teorias novas, ainda não testadas, como a teoria de cordas, na física, que poderia reivindicar um lugar destacado para o conceito de substância, uma vez que, para esta teoria, os elementos primários do universo seriam “cordas de energia”, que poderiam muito bem ser designadas como as substâncias últimas, ainda assim, é o processo, o movimento, a vibração das cordas que produziria as partículas conhecidas e descritas pelo modelo padrão da física de partículas. Ou seja, a própria noção de energia já pressupõe a atividade e o devir.

Neste trabalho, focamos a mudança da base metafísica da ciência no século XX. Propusemos uma metafísica do processo como fundamento da teoria quântica, confrontando-a com a antiga metafísica da substância. Enfatizamos, sobretudo, a ideia de processo, tal como é desenvolvida por Whitehead. Contudo, deliberadamente, evitamos aprofundar um aspecto muito importante do pensamento do filósofo inglês, o que trata da ideia de pampsiquismo. Alguns pesquisadores dedicam-se a entender como essa característica proeminente da filosofia de Whitehead pode ser conectada à teoria quântica. Henry Stapp (2007) e Shimon Malin (2008) são dois exemplos. Ambos desenvolveram trabalhos nos quais se encontra uma compreensão mais aprofundada do papel da consciência na teoria quântica.

Nós não consideramos útil para o nosso intento, neste trabalho, ir muito além de indicar que as entidades atuais possuem uma característica dipolar, isto é, com polos físico e mental. Um exame mais detido desse aspecto das entidades atuais certamente nos desviaria para uma discussão da influência de Leibniz no pensamento de Whitehead, o que demandaria outro tipo de investigação, de tipo genética, da filosofia de Whitehead.

Mas curiosamente, o nosso propósito inicial de realizar um trabalho no Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, era motivado

exatamente pelo tema da consciência. Contudo, as leituras realizadas ao longo do curso, fizeram-nos perseguir outra via. Principalmente os livros de Burt (1983), Heisenberg (2007, 2009), Rescher (1996, 200, 2006) e Whitehead (1985, 2006), motivaram-nos a elaborar o trabalho que ora apresentamos.

Acreditamos que a continuação da pesquisa desta tese pode seguir dois caminhos distintos. Um deles já foi sinalizado um pouco antes, quando dissemos que além da física, a biologia pode se mostrar um excelente campo para a confirmação da hipótese processualista. Assim, da mesma maneira que fizemos com a física, caracterizando o seu desenvolvimento histórico a partir de ideias filosóficas básicas, o mesmo pode ser feito com a biologia, talvez, com até mais proveito para a nossa hipótese.

O outro caminho é o que trata do papel da consciência nas ciências moderna e contemporânea. Esta via, forçosamente, deveria começar pelo exame do papel da consciência na física, analisando a função do observador. Sem dúvida alguma, a ontologia whiteheadiana seria de muita ajuda numa discussão deste tipo. Poder-se-iam levantar questões do tipo: O que a física pode efetivamente descrever, a natureza tal como ela é, ou apenas a nossa apreensão subjetiva dos fenômenos naturais? Qual é o papel do observador na descrição da realidade física? Ele é o mero espectador de um espetáculo que se desenvolve completamente fora dele, ou ele interage com essa realidade erigindo-se como seu cocriador?

As respostas a essas questões encontrariam um bom aporte nas ideias metafísicas de Whitehead. Neste ponto específico, o pampsiquismo do filósofo inglês poderia ser muito útil para esclarecer, do ponto de vista ontológico, a função do observador em um experimento quântico, por exemplo.

Em nosso trabalho futuro, gostaríamos de examinar a própria noção de realidade, a partir do conhecimento científico estabelecido no século XX, por um viés whiteheadiano. Este trabalho desenvolver-se-ia tomando as considerações de Erwin Schrödinger sobre a noção de objetivação. O princípio da objetivação é o substrato de todo realismo, ou seja, funda-se na “hipótese do mundo real”, na existência de uma realidade natural à nossa volta. Mas o preço que pagamos pela objetivação consiste em excluir o sujeito cognoscente do domínio da natureza (SCHRÖDINGER, 1997, p. 132). Segundo Schrödinger, o processo de exclusão do sujeito cognoscente do quadro da realidade que se pretende compreender, deve-se a uma simplificação do problema do conhecimento da natureza. Essa simplificação se dá sem que nos tornemos cientes dela.

Portanto, inconscientemente acreditamos viver numa realidade inteiramente objetiva. Tornamo-nos uma espécie de espectador que não pertence ao mundo. Acabamos aceitando

que até mesmo o nosso corpo, conquanto esteja vinculado à nossa consciência, e os corpos dos outros – também ligados às suas consciências individuais – façam parte do mundo objetivo, já que não possuímos meios subjetivos de acesso à esfera da consciência das outras pessoas. Portanto, objetivar é criar um mundo de objetos à nossa volta. O mundo objetivo é percebido por nossas consciências. Então, a percepção que temos desse mundo é um construto mental. Deparamo-nos, pois, com o seguinte impasse:

Assim, somos confrontados com a incrível situação a seguir. Embora a substância de que nosso quadro do mundo é construído seja produzida exclusivamente a partir dos órgãos do sentido como órgãos da mente, de tal forma que o quadro do mundo de todo homem seja e sempre permaneça um construto de sua mente e não se possa comprovar que tenha qualquer outra existência, ainda assim a própria mente consciente permanece uma estranha dentro desse construto, não tem espaço vivo dentro dele, não é possível identificá-la em nenhum lugar no espaço (SCHRÖDINGER, 1997, p. 136).

Retornamos à clássica oposição entre sujeito e objeto (mente-matéria). Será possível ultrapassá-la? Tendo em vista esse problema, Schrödinger nos remete à interpretação de Copenhague da mecânica quântica, segundo a qual a interferência da observação sobre o objeto jamais permite que se tenha uma descrição completa e sem lacunas de qualquer objeto físico. Entretanto, a própria mecânica quântica não escapa, enquanto ciência, do princípio da objetivação, não obstante as novas questões que ela levanta a respeito da relação sujeito-objeto. Como conclusão, Schrödinger propõe que se abandone filosoficamente a dicotomia sujeito-objeto, cuja consequência foi a noção kantiana de coisa-em-si, completamente inacessível ao conhecimento humano. Feito isso, libertamo-nos das amarras da objetivação, alcançando outro nível de compreensão da realidade.

São os mesmos elementos que vão compor minha mente e o mundo. Tal situação é igual para toda mente e seu mundo, a despeito da insondável abundância das “referências cruzadas” entre eles. O mundo me é dado somente uma vez, não uma vez como existente e outra vez como percebido. Sujeito e objeto são apenas um. Não se pode dizer que a barreira entre eles foi derrubada como resultado da experiência recente das ciências físicas, pois essa barreira não existe (SCHRÖDINGER, 1997, p. 140).

O entendimento de Schrödinger sobre a necessária dissolução da oposição entre sujeito e objeto encontra eco no propósito de Whitehead de ultrapassar a dicotomia metafísica entre res cogitans e res extensa, da filosofia cartesiana. Portanto, o exame profundo sobre a natureza da realidade, implica um exame não menos profundo do aspecto mental e do seu papel no mundo.

Para lidar com o problema da objetivação e do conseqüente esquecimento da consciência na elaboração do quadro científico do mundo, será necessário nos colocarmos dentro de novos paradigmas, cujas bases metafísicas sejam completamente diferentes daquelas que sustentaram a ciência até os meados do século XIX. As ideias que forneceram suporte para o antigo mecanicismo materialista devem ceder lugar para uma nova concepção que privilegie o processo como fundamento metafísico da ciência.

A mudança de paradigma, como a concebe Kuhn (2006), não pode prescindir de uma transformação da concepção metafísica que alicerça a visão de mundo de uma época. Como afirma Duarte Jr., “[...] uma visão de mundo atrelada a uma estrutura teórica metafísica aceita estabelece uma forma de compreender e interpretar intelectualmente o mundo segundo os princípios constantes do paradigma em vigor” (2004, p. 33).

A nosso ver, os paradigmas da nova ciência ainda estão em construção. A visão de mundo do senso comum ainda está prenhe dos conceitos cartesianos e a assimilação de uma nova imagem científica do mundo ainda está por ser feita.

É necessário embutir em nossa consciência um novo paradigma que leve em conta não só os fatos objetivos, mas sua origem, natureza e, principalmente, as limitações do nosso conhecimento. Um paradigma que poderíamos denominar de orgânico, holístico, ecológico ou qualquer outro nome que represente a natureza e a abrangência de sua essência. No atual paradigma científico, acredita-se que as descrições dos fenômenos da natureza são objetivas, isto é, independentes do observador humano e do processo de conhecimento. É necessário rever este conceito e estabelecer um novo paradigma, onde a total compreensão do processo de conhecimento deve ser incluída explicitamente na descrição dos fenômenos naturais e levar em consideração a possibilidade de interação entre todos os fenômenos da natureza (DUARTE JR., 2004, p. 36).

Pensamos que essa reivindicação de Duarte Jr. pode ser completamente satisfeita com a adoção da filosofia do organismo de Whitehead como matriz para uma nova compreensão ontológica do mundo. Admitimos, como havia sugerido Shimony (1993), que se façam algumas adaptações ao pensamento de Whitehead, à medida que novas descobertas científicas e novas teorias venham à luz. O essencial, no entanto, é a preservação do núcleo da filosofia do organismo, a ideia de processo como o princípio gerativo dos eventos do mundo. Buscar nos eventos e não nas coisas o fundamento metafísico da realidade.

Edwin Burt (1983) escreveu uma obra magnífica que expôs as bases metafísicas da ciência moderna. Esperamos ter contribuído, por intermédio deste trabalho, para uma melhor compreensão da metafísica do processo como fundamento possível para os avanços

científicos do último século, em contraposição à metafísica da substância, esteio da concepção mecanicista materialista, característica da física clássica.

Como fecho deste trabalho, gostaríamos de citar um excerto de Sir James Jeans, que sintetiza muito bem a nossa perspectiva filosófica diante da imagem científica do mundo que vem sendo construída desde o começo do século XX, e que traduz, em grande medida, a necessidade da hipótese que defendemos aqui, de uma mudança na base metafísica da ciência.

Hoje há uma ampla concordância, que no lado físico da ciência se aproxima quase de uma unanimidade, de que o fluxo de conhecimento está indo em direção a uma realidade não mecânica; o universo começa a se parecer mais com um grande pensamento do que com uma grande máquina (1930, p. 137).

BIBLIOGRAFIA

ARISTÓTELES. *Metafísica*. Tradução de Edson Bini. Bauru: EDIPRO, 2006.

BADIOU, A. *Metaphysiques and the Critique of Metaphysique*. **Pli: The Warwick Journal of Philosophy, Department of Philosophy, University of Warwick**, Coventry, v. 10, p. 174-190, 2000.

BARBATTI, M. *Conceitos físicos e metafísicos no jovem Newton*. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 59-70, Janeiro-Junho 1997.

BECKERARENHART, J. R.; KRAUSE, D. *Indistinguibilidade, não reflexividade, ontologia e física quântica*. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, p. 41-69, Jan.-Março 2012.

BOCHENSKI, J. M. **Contemporary European Philosophy**. Berkeley: University of California Press, 1956.

BOHM, D.; HILEY, B. J. **The Undivided Universe: an ontological interpretation of quantum theory**. New York: Routledge, 1993.

BOHR, N. **Física atômica e conhecimento humano: Ensaio 1932-1957**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

BREHIER, E. **Histoire de la Philosophie. Tome II: La philosophie moderne**. Paris: Librairie Félix Alcan, 2005.

BROMBERG, J. L.; SHIMONY, A. *Interview of Abner Shimony by Joan Lisa Bromberg on September 9 and 10, 2002*. Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA. Disponível em: <<http://www.aip.org/history/ohilist/25643.html>>. Acesso em: 16/05/2012.

BROWNING, D.; MYERS, W. T. *Preface to the First Edition*. In: BROWNING, D.; MYERS, W. T. **Philosophers of Process**. New York: Fordham University Press, 1998. p. xii-xiv.

BURTON, D.; GRANDY, D. **Magic, mystery and science. The occult in Western civilization**. Bloomington: Indiana University Press, 2004.

BURTT, E. **As bases metafísicas da ciência moderna**. Brasília: Editora da UnB, 1983.

CAHILL, R. T. Process Physics. **Process Studies Supplement**. Issue 5. 2003. Disponível em: < http://www.ctr4process.org/publications/ProcessStudies/PSS/2003-5-CahillR-Process_Physics.pdf>. Acesso em: 06/01/2009

_____. **Process Physics: From Information Theory To Quantum Space And Matter**. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, Inc., 2005.

CAO, T. Y. **Conceptual developments of 20th century field theories**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

CARNAP, R. The Elimination of Metaphysics Through Logical Analysis of Language. In: AYER, A. J. **Logical Positivism**. New York: Free Press, 1959. p. 60-81.

CHALMERS, A. F. **A Fabricação da ciência**. São Paulo: Editora Unesp, 1994.

_____. **O Que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHAUÍ, M. **Introdução à história da filosofia. Dos pré-socráticos a Aristóteles**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

COBB JR., J. B. **Whitehead Word Book: A Glossary with alphabetical index to technical terms in Process and Reality**. Claremont: P&F Press, 2008.

COMTE, A. **Discours sur l'Esprit Positif**. Paris : Carilian-Goeury et Vor Dalmont Editeurs, 1844.

DELEUZE, G. **A Dobra: Leibniz e o Barroco**. Campinas: Papyrus, 1991.

DESCARTES, R. **Les passions de l'âme**. Paris: Éd. Bibliothèque des Lettres, 1948.

_____. **Méditations métaphysiques**. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1996.

_____. **Principes de la philosophie**. Paris: Vrin, 1993.

D'ESPAGNAT, B. **Uma incerta realidade**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

DILWORTH, Craig. **The Metaphysics of science: an account of modern science in terms of principles, laws and theories**. Dordrecht: Springer, 2006.

DUARTE JR. D. **Paradigmas em mutação**: a evolução do conhecimento humano. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.

EASTMAN, T. E.; KEETON, H (Edit.). **Physics and Whitehead: Process, Quantum and Experience**. Albany: State University of New York Press, 2004.

_____. **Resource Guide for Physics and Whitehead**. Disponível em: <http://www.ctr4process.org/publications/ProcessStudies/PSS/2004-6-EastmanT-KeetonH-Resource_Guide_for_Physics_and_Whitehead.pdf>. Acesso em: 29/10/2008.

ECCLES, J. C.; POPPER, K. **The Self and Its Brain: An Argument for Interactionism**. New York: Routledge, 1986.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da física**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2008.

EPPERSON, M. **Quantum mechanics and the philosophy of Alfred North Whitehead**. New York: Fordham University Press, 2004.

FEYERABEND, P. **Adeus à razão**. São Paulo: Editora Unesp, 2010.

_____. **Contra o método**. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

FORD, L. S. **The emergence of Whitehead's metaphysics: 1925-1929**. Albany: State University of New York Press, 1984.

FRAASSEN, B. C. V. **The Empirical Stance**. New Haven: Yale University Press, 2002.

GARCÍA-RAFFI, X. **Alfred North Whitehead: un metafísico atípico**. València: Universitat de València, 2003.

GOWER, B. **Scientific method: an historical and philosophical introduction**. London: Routledge, 1997.

GRAHAM, D. W. The metaphysics of motion: natural motion in Physics II end Physics VIII. In: WIANS, W. **Aristotle's philosophical development: problems and prospects**. London: Rowman & Littlefield Publishers, Inc., 1996.

GRIFFITHS, Robert B. **A Consistent Quantum Ontology**. Disponível em: <arXiv:1105.3932v1>. Acesso em: 05/04/2012.

GUILLEMIN, V. **The story of quantum mechanics**. New York: Dover, 2003.

HARTSHORNE, Ch. **Whitehead's Philosophy: Selected Essays, 1935-1970**. Lincoln: University of Nebraska Press, 1972.

HEIDEGGER, M. **Kant and the problem of metaphysics**. Bloomington: Indiana University Press, 1997.

HEISENBERG, W. **A imagem da natureza na física moderna**. Lisboa: Livros do Brasil, 1962.

_____. **A ordenação da realidade**. Rio de Janeiro: Forense universitária, 2009.

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

_____. On the history of physical interpretation of nature. In: HEISENBERG, W. **Philosophic problems of nuclear science**. New York/London: Pantheon/Faber and Faber, 1952. p. 27-40.

_____. **Physics and philosophy: The revolution in modern science**. New York: Harper Collins Publishers, 2007.

_____. Préface à la correspondance de A. Einstein et M. Born. In: EINSTEIN, A.; BORN, M. **Correspondance 1916-1955**: par Albert Einstein, Max Born et Hedwig Born. Commentée. Paris: Seuil, 1972.

_____. The Debate Between Plato and Democritus. In: WILBER, K. **Quantum Questions: Mystical Writings of the World's Great Physicists**. Boston: Shambala Publications, 2001, p. 46-55.

HODGSON, B. Logical Positivism and the Vienna Circle. In: BOUNDAS, C. V. **The Edinburgh Companion to Twentieth Century Philosophies**. Edinburgh: Edinburgh University Press Ltd, 2007. p. 96-114.

HOSINSKI, Th. E. **Stubborn Fact and Creative Advance: An Introduction to the Metaphysics of Alfred North Whitehead**. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers, 1993.

HOWARD, D. Who Invented the "Copenhagen Interpretation"? A Study in Mythology. **Philosophy of Science: Proceedings of the 2002 Biennial Meeting of The Philosophy of Science Association**, Chicago, Vol. 71, n. 5, December 2004. 669-682.

HUME, D. **An enquiry concerning human understanding**. Charleston: Forgotten Books, 2008.

_____. **Tratado da natureza humana**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

JAMMER, M. **The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective**. New York: John Wiley & Sons, 1974.

JEANS, J. H. **The Mysterious Universe**. Cambridge: Cambridge University Press, 1930.

JOHNSON, A. H. Whitehead's Theory of Actual Entities: Defence and Criticism. **Philosophy of Science**, Chicago, Vol. 12, No. 4 (Oct., 1945), pp. 237-295

JORGE, M. M. A. O impacto epistemológico das investigações sobre "complexidade". **Sociologias**, Porto Alegre, Jan.-Jun. 2006. p. 24-55.

KALLIO-TAMMINEN, T. **Quantum Metaphysics: The Role of Human Beings Within the Paradigms of Classical and Quantum Physics**. Oitmäki: University of Helsinki, Faculty of Arts, Department of Philosophy, Theoretical Philosophy, 2004.

KANT, I. **Crítica da Razão Pura**. 5ª. ed. Lisboa: Edição da Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

_____. **Primeiros princípios metafísicos da ciência da natureza**. Lisboa: Edições 70, 1990.

_____. **Prolegomena to any future metaphysics**. New York: Macmillan Publishing Company, 1989.

KRAUS, E. **The Metaphysics of Experience: A Companion to Whitehead's Process and Reality**. New York: Fordham University Press, 1998.

KRAUSE, D. The metaphysics of non-individuality. In: KRAUSE, D.; VIDEIRA, A. A. P. **Brasilian Studies in History and Philosophy of Science**. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2011. p. 57-267.

KUBRUSLY, R. S. Por que popularizar ciências? **Anais do Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia,12; Congresso Latino-Americano de História da Ciência e Tecnologia,7**. Salvador: Universidade Federal da Bahia. 2010.

KUHN, T. **A Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2006.

KUMAR, M. **Quantum: Einstein, Bohr and the great debate about the nature of reality.** London: Icon Books, 2008.

LEITE, A.; SIMON, S. Werner Heisenberg e a Interpretação de Copenhague: a filosofia platônica e a consolidação da teoria quântica. **Scientiae Studia**, São Pulo, v. 8, p. 213-241, 2010.

LECLERC, I. **Whitehead's Metaphysics: An Introductory Exposition.** London: Allen and Unwin, 1958.

LIMA, A. **Ato e potência: um estudo sobre a relação entre ser e movimento no livro Θ da Metafísica de Aristóteles,** Dissertação de mestrado em Filosofia. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Pós-Graduação em Filosofia, 2005.

LOUX, M. J. **Metaphysics. A contemporary introduction.** New York: Routledge, 2006.

LOVEJOY, A. O. **The Revolt Against Dualism: An Inquiry Concerning the Existence of Ideas.** Chicago: Open Court Publishing Company, 1960.

MALIN, S. **A Natureza ama esconder-se.** São Paulo: Horus Editora, 2003.

_____. **What are quantum states?** Disponível em: <<http://www.ctr4process.org/publications/Articles/LSI05/Malin%20Paper.pdf>>. Acesso em: 03/04/2012.

MALIN, S.; SHIMONY, A. Dialogue Abner Shimony–Shimon Malin. **Quantum Information Processing**, Vol. 5, N. 4. Springer, August 2006, p. 261-276.

MOSTAFA, S. P. Um banho de empirismo: de Hume/Deleuze ao empirismo radical de Bruno Latour. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação.** Ribeirão Preto, v. 1, n.1, p. 161-181, 2010.

NETO, N. P. **Teorias e interpretações da mecânica quântica.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

NEWTON-SMITH, W. H. **The Rationality of Science.** London: Routledge , 1981.

NOBO, J. L. **Whitehead's Metaphysics of Extension and Solidarity.** Albany: State University of New York Press, 1986.

OMNÈS, R. **Filosofia da ciência contemporânea.** São Paulo: Editora UNESP, 1996.

_____. **Understanding Quantum Mechanics**. Princeton: Princeton University Press, 1999.

PARK, I. To Talk about Justice: Suturing the Whiteheadian harmonious subject to the Badiouan militant subject for the universal subject of ta me onta - A Badiouan Response to Event and Decision. **Proceedings of Eco-Sophia 2011**. Parallel Session. 8th International Whitehead Conference. Creativity and Harmony: The Way of Eco-Sophia for the Future of Civilization. Disponível em: <<http://www.iwc8-japan.com/proceedings/Parallel.pdf>>. Acesso em: 08/11/2011. p. 198-217.

PATY, M. **La matière dérobée. L'appropriation critique de l'objet de la physique contemporaine**. Paris: Éditions des Archives Contemporaines, 1988.

PAVIANI, J. **Filosofia e Método em Platão**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.

PAWAR, S. **A synopsis of process thought...** Disponível em: <<http://www.ctr4process.org/about/process/Synopsis.shtml>>. Acesso em: 04/01/2013.

PESSOA JR., O. **Conceitos de física quântica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

PLAMONDON, A. L. **Whitehead's Organic Philosophy of Science**. Albany: State University of New York Press, 1979.

PLATÃO. *Timeu – Crítias – O Segundo Alcebiades – Hípias Menor*. Tradução de Carlos Alberto Nunes. Belém: EDUFPA, 2001.

POINAT, S. Whitehead et les pères fondateurs de la mécanique quantique. **Noesis** [En ligne] N°13. Disponível em: <<http://noesis.revues.org/index1628.html>>. Acesso em: 25/06/2012.

POPPER, K. **Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge**. London: Routledge & Kegan Paul, 1972.

_____. **A Lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2008.

RESCHER, N. **Process Metaphysics: an introduction to process philosophy**. Albany: State University of New York Press, 1996.

RONDE, C. de. La noción de potencialidad ontológica en la interpretación modal de la mecánica cuántica. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 1, 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662012000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20/12/2012.

_____. **Process philosophical deliberations**. Heusenstamm bei Frankfurt: Ontos Verlag, 2006.

_____. **Process Philosophy: A Survey of Basic Issues**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2000.

SCHRÖDINGER, E. **O que é vida?** Seguido de *Mente e Matéria* e *Fragmentos Autobiográficos*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

SCIACCA, M. F. **História da Filosofia II: do Humanismo a Kant**. São Paulo: Mestre Jou, 1968.

SHERBURNE, D. W. **A Key to Whitehead's Process and Reality**. Chicago: The University of Chicago Press, 1981.

SHIMONY, A. **Search for a naturalistic world view. Volume II: Natural Science and Metaphysics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

_____. Sobre mentalidade, mecânica quântica e a atualização de potencialidades. In: Penrose, R. **O Grande, o pequeno e a mente humana**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998, p. 153-168.

SILVA, V. C. D. O anti-realismo na filosofia da física de Werner Heisenberg: da potencia aristotélica ao formalismo puro. **Griot – Revista de Filosofia**, Amargosa -BA, v. 3, n.1, p. 109-120, junho 2011.

SMOLIN, L. **The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of a science, and what comes next**. New York: Houghton Mifflin, 2006.

_____. **Três caminhos para a gravidade quântica**. Rio de Janeiro: Rocco, 2002.

SPINELLI, M. **Filósofos pré-socráticos: primeiros Mestres da filosofia e da ciência grega**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

STAPP, H. **A Quantum Theory of the Mind-Brain Interface**. Disponível em: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/22/019/22019953.pdf>. Acesso em: 25/03/2012.

_____. **The Mindful Universe: Quantum Mechanics and the Participating Observer.** Berlin: Springer, 2007.

SUSSKIND, L. **The Cosmos Landscape: string theory and the illusion of intelligent design.** New York: Back Bay Books, 2006.

TEIXEIRA, M. T. M. V. **Ser, devir e perecer: a criatividade na filosofia de Whitehead.** Tese de doutoramento, Filosofia (Filosofia Contemporânea), 2009, Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras.

THOMPSON, I. J. Power and Substance. Disponível em: <<http://www.generativescience.org/ph-papers/pas.htm>>. Acesso em: 16/12/2012.

_____. The Nature of Substance. **Cogito.** The Journal of the Cogito Society. Volume 2, issue 2, Summer 1988. p. 17-19.

WHITEHEAD, A. N. **A ciência e o mundo moderno.** São Paulo: Paulus, 2006.

_____. **Adventures of Ideas.** New York: The Free Press, 1967.

_____. **O Conceito de natureza.** São Paulo: Martins Fontes, 1994.

_____. **Process and Reality. An Essay in Cosmology.** New York: Free Press, 1985.

ZEILINGER, A. **A face oculta da natureza: o novo mundo da física quântica.** São Paulo: Globo, 2005.