

## Introdução

O objetivo principal da tese é mostrar que o conhecimento científico e o conhecimento metafísico da realidade natural -- este último proposto pela filosofia da natureza -- são conhecimentos complementares, e seu intercuro abre uma perspectiva de cooperação que foi rompida com o advento da ciência moderna entre os séculos XVI e XVII. A filosofia da natureza se constitui num conhecimento genuíno da ordem natural, complementar ao das ciências experimentais. Neste trabalho, será especialmente focado como conhecimento complementar ao da física-matemática. Será exposto um modelo de análise metafísica da realidade natural, o qual representa um caso concreto de colaboração entre ciência e filosofia. Trata-se, por conseguinte, de retomar o projeto aristotélico de uma cosmologia natural, em novas bases, tendo em vista o importe epistemológico conseguido à custa daquele mesmo rompimento. Isto deverá ser o resultado do atingimento de dois objetivos intermediários:

1) Mostrar que o *alcance empiriológico*<sup>\*</sup>, proposto pelo filósofo Jacques Maritain<sup>1</sup>, fornece uma condição epistemológica necessária para o conhecimento do mundo sensível, obtido a partir das ciências experimentais. Estabelece com rigor o objetivo central de nossas teorias científicas, a saber, qual o campo epistemológico das ciências experimentais contemporâneas, especialmente daquelas que utilizam formalmente a matemática como método de apropriar seu objeto material. No entanto, não é suficiente para dar conta de um conhecimento integral da realidade natural, requerendo, por conseguinte, um conhecimento complementar de natureza ontológica.

2) Propor um novo grau intermediário de conhecimento da realidade física, de natureza *lógico-metafísica*, que forneça uma condição ontológica complementar ao conhecimento de natureza empiriológica. Este conhecimento de natureza metafísica é igualmente necessário para o conhecimento integral do mundo, e se insere no esquema usual da classificação tomista dos níveis de

---

<sup>\*</sup> Trata-se do tipo de conhecimento oferecido pelas ciências experimentais, a ser analisado no capítulo primeiro.

<sup>1</sup> Cf. MARITAIN, 1995.

visualização abstrativa\* da realidade, intermediário entre os graus da matemática e da metafísica. Apresenta-se sob a forma de um “cálculo ontológico”, por assim dizer, cujo delineamento será apresentado nesta dissertação.

Portanto, duas conseqüências da existência formal deste grau intermediário são, a nosso ver, de um lado, a presença de uma nova área de pesquisa no que se refere ao tratamento metafísico do real, e de outro, o renascimento do projeto maritainiano para uma filosofia da natureza.

Este trabalho é a continuação natural de nossa dissertação de mestrado<sup>2</sup>, na qual tratamos de alguns aspectos gerais do debate realismo e anti-realismo científicos, terminando por fazer um balanço das dificuldades de ambos, confrontando-as, bem como apresentando algumas considerações sobre a busca de uma solução que combinasse positivamente os pontos fortes e que eliminasse (ou mitigasse ao máximo) as dificuldades de cada lado, no que se referia especialmente aos problemas de domínio com os quais se defronta a ciência contemporânea. O balanço final da dissertação, especialmente as dificuldades enfrentadas por ambas as vertentes, forneceu os elementos motivacionais que nos conduziram a apresentar esta tese. Entre tais elementos situa-se a possibilidade de complementar o saber científico (empiriológico) com um saber metafísico (ontológico). Esta proposição não apresenta consenso universal, obtendo de grande parte dos cientistas uma indisfarçável suspeição. Isto porque o paradigma científico fortemente pôs de lado, a partir da revolução científica que eclodiu nos séculos XVI e XVII, todo e qualquer gênero de conhecimento que não apresentasse corroboração oriunda de testes experimentais controlados. De fato, isto foi excelente para o pleno e autônomo desenvolvimento das ciências experimentais como a física, a química a biologia, etc.

O ponto suscitado por nossa proposta é que, quando muitos consideram que o campo científico se demarca como sendo aquele domínio no qual as hipóteses<sup>†</sup> válidas são exclusivamente aquelas que possuem conseqüências

---

\* Terminologia encontrada em MARITAIN, op. cit., que se refere ao processo de apreensão cognitiva da realidade, o qual, segundo Aristóteles (Cf. ARISTÓTELES, *Metaphysics*, VI c1 1025b-1026a) subentende os três níveis (ou graus) das ciências especulativas, a saber, *física*, *matemática* e *metafísica*.

<sup>2</sup> Cf. PETRÔNIO, 2004.

<sup>†</sup> Hipótese, neste trabalho, pode significar uma hipótese propriamente dita, uma teoria, um conjunto de hipóteses, etc.

observacionais, acaba-se por desconsiderar as demais hipóteses como *bagagem metafísica*, ou outro título ainda mais depreciativo. Ou seja, a metafísica (ou ontologia) pertenceria unicamente aos metafísicos, haja vista que seus enunciados não são científicos, segundo algum critério demarcatório específico<sup>3</sup> e, por consequência, não contam como válidos para o jogo do conhecimento, excetuando-se, talvez, aquele que recai sob o gênero *filosófico*, salvaguardado que este igualmente não se apresenta com aval científico, na medida em que suas proposições situam-se para além daquele limite demarcatório entre ciência e não-ciência, vale dizer, no campo da não-ciência.

Bem, este é um quadro geral, exceções à parte, mas que nos conduz a uma espécie de barreira epistemológica, pois se desconsiderarmos a estrutura ontológica do mundo como algo simulado por agentes de “segunda classe”, através de entes multiplicados a gosto por algum tipo de abordagem metafísica -- ainda que alguns as julguem úteis, ou que tenham um papel a desempenhar no corpo das teorias--, então o que restaria fazer senão aceitar que o único conhecimento legítimo do mundo sensível é aquele fornecido pelas melhores teorias científicas, construídas segundo o método científico vigente? Porém, quanto às teorias modernas, como a teoria da relatividade e a mecânica quântica, não seriam elas capazes de nos fornecer adicionalmente um conhecimento genuinamente metafísico do universo? Poderíamos abandonar de vez os aspectos metafísicos, e manter a visão da ciência, tradicionalmente interpretada como excluindo tais aspectos?\*

---

<sup>3</sup> Cf. POPPER, 1993, p. 34-46.

\* Gostaríamos de fazer a seguinte consideração: há uma regra de linguagem vigente a respeito da qual cria-se uma certa confusão de natureza epistêmica acerca do que se supõe ser uma ontologia subjacente a algum corpo teórico. Toda teoria, ou todo sistema teórico, cuja pretensão é obter algum tipo de conhecimento sobre o real, postula a existência, em seu corpo de hipóteses, de uma *ontologia*, a saber, de entes teóricos que não se restringem a desempenhar pura e simplesmente um papel funcional no corpo teórico, mas que reivindicam possuir uma existência autônoma, *ontológica*, isto é, existir, de fato, na natureza, tal como os postulamos nas teorias. À luz deste tipo de enfoque, tanto a mecânica quântica como a teoria da relatividade possuem, cremos, para um largo grupo de filósofos, suas respectivas ontologias subjacentes. No entanto, em nosso trabalho, ontologia retoma seu significado escolástico original que é o de buscar estudar nos entes naturais seus *modos de ser*, ou seja, que princípios de inteligibilidade metafísica, a saber, princípios que abstraímos no terceiro grau de abstração do real (veremos, no corpo da tese, o que isto significa do ponto de vista epistemológico tradicional), compõem sua estrutura mais íntima, ou *ontológica*. Isto se diferencia, portanto, de uma proposta de enfocar ontologia como sendo aquilo que remete a entes cuja existência postulamos, *a partir do corpo teórico ele mesmo*, ou seja, segundo uma via que Maritain denomina *alcance empiriológico*, via própria às ciências experimentais, cujo grau de abstração corresponde não ao da metafísica, mas ao das *scientiae mediae*, ou seja, situa-se entre o primeiro e o segundo graus de abstração. Ora, considerando-se

Cabe neste ponto uma tomada de posição. Observemos, em primeiro lugar, que o empreendimento científico só é possível pela crença na existência objetiva do mundo que nos cerca, e em nossa capacidade de conhecê-lo. Isso inclui também a crença na existência de mecanismos causais no mundo, ainda que a causalidade pareça restringir-se simplesmente ao nível fenomênico. Ao perscrutar o mundo sensível, nos deparamos com a mudança, com a transformação, isto é, o que existe muda pelo simples fato de existir, e nossos sentidos e nossos sistemas de medição observam ou detectam as mudanças e as transformações. Assim, numa primeira assimilação intelectual do real, buscamos obter-lhe as características próprias que compõem não um indivíduo, um específico sujeito de ação, este ou aquele fóton, este ou aquele elétron, mas certas propriedades, certas leis, que a eles estão associadas quando abstraímos-nos dos indivíduos. Portanto, ao buscar conhecer o mundo sensível, deparamo-nos com duas apreensões absolutamente complementares: uma primeira, com foco no mensurável, nos aspectos quantitativos dos entes; uma segunda, que perscruta aspectos causais internos desses mesmos entes, buscando sua inteligibilidade própria, sua natureza ou essência.

A física contemporânea -- e isso nos parece também perfeitamente aplicável à física clássica -- é tipicamente uma aliança entre um empreendimento eminentemente\* experimental, físico, na medida em que toma como objeto primeiro de seu campo de atuação os entes materiais, mensuráveis, *entes físicos* que estão aí, na natureza, e um empreendimento teórico, de gênese matemática, na medida em que busca nesses entes o que é mensurável, quantificável, sujeito a

---

este último enfoque, vemos que o termo “ontologia” deslocou-se do sentido usual escolástico que o associa ao resultado proveniente do processo de abstração situado no terceiro grau para o de *existência segundo o enfoque epistêmico de um determinado quadro teórico*, o que inclui, então, os entes teóricos da física como, por exemplo, *campos e partículas*. À luz do enfoque tradicional, campos e partículas não se constituem em aspectos ontológicos do real, mas trata-se tão somente de mecanismos perfeitamente lícitos e necessários de reconstrução simbólica do real, segundo seus aspectos mensuráveis, que se situam num grau intermediário entre o primeiro e o segundo grau de abstração, a saber, o da física-matemática.

\* Dizemos eminentemente e não exclusivamente, ou meramente experimental, visto que todo empreendimento experimental supõe um quadro teórico, à luz do qual se estabelecem que propriedades, e em que objetos, serão observadas. Aliás, a definição mesma e a arquitetura dos dispositivos de medição estão sujeitas a tal escrutínio teórico. O que caracterizamos com o termo experimental é o fato de que, ainda que os recursos teóricos tenham sido consensualmente validados como coerentes e consistentes pela comunidade científica, a ciência é um empreendimento eminentemente experimental nisto, a saber, que devem existir conseqüências observacionais a partir do quadro teórico proposto e que os resultados devem corroborar (no sentido popperiano) as hipóteses.

relações estáveis, a leis, tudo isto reconstruído por meio de estruturas matemáticas. Logo, podemos afirmar que teorias como a relatividade e a mecânica quântica são materialmente físicas e formalmente matemáticas. Com este recurso, que caracteriza em linhas gerais o tipo epistemológico destas duas grandes teorias, a ciência volta-se para os entes da natureza em seus aspectos quantificáveis, buscando leis que devem vigor à medida que representam condições de estabilidade desses entes, em meio ao fluxo de mudanças e de transformações que caracterizam o real. É razoável afirmar, portanto, que uma teoria física será *verdadeira* quando for possível estabelecer um sistema coerente e maximal de estruturas matemáticas, incluindo os entes teóricos que postula, coincidente, em todos os seus resultados numéricos, com as medições conduzidas sobre o real, real este que se manifesta sob a forma de fenômenos. No entanto, não é absolutamente necessário que qualquer realidade física, qualquer natureza específica, ou qualquer lei ontológica do mundo corpóreo corresponda, numa relação um para um (1-1), a qualquer estrutura matemática formulada, ou quaisquer entes teóricos postulados. Não há um isomorfismo ou espelhamento entre as formas representacionais do elétron na mecânica quântica e uma “natureza”, ou ente, a que tentamos chegar através do conceito “elétron”. O problema de tais construções imaginativas -- construções da razão, com efeito, mas referenciadas a um dado X (ontológico para o qual aplicamos o conceito de elétron) do universo físico -- consiste na presença de formulações acríticas que as tomam pela realidade em si mesma. Ou seja, corre-se o risco de achar que tais construções teóricas, e as explicações nelas baseadas, possuem um valor e alcance diretamente ontológico, o que não é verdade. Este é o risco, não do cientista ele mesmo, mas enquanto atua filosoficamente, buscando reconstruir racionalmente as teorias, bem como o do filósofo da ciência, ao reduzir as naturezas a seus aspectos puramente quantitativos, ao submeter o real a um escrutínio que lhes atinge primariamente aquilo cujo alcance é dado pela conjunção da física e da matemática, e que reúne as condições de possibilidade de conhecimento dos entes em seus aspectos mensuráveis e observáveis. Isto pode levar a que um conjunto de reflexões acerca do alcance de nossas teorias mova-se de um eixo epistemológico para um eixo ontológico, conduzindo a uma interpretação realista da ciência, conforme sustentado pelo realismo científico contemporâneo. Não porque não se deva buscar uma interpretação realista do real. Em absoluto. Apenas se deve ter o

devido cuidado de não tomar a quantidade pela natureza ou essência dos entes e afirmar que o que unicamente se pode se conhecer sobre o real é aquilo que é oferecido por nossas melhores teorias científicas.

Por conseguinte, trabalharemos mediante as seguintes hipóteses:

1) Sustentamos a separação entre ciência e metafísica como *graus* distintos de conhecimento da realidade. E isto é fundamental, haja vista que no primeiro grau, o da *Física*<sup>4</sup>, processa-se o conhecimento das ciências da natureza, especialmente a física teórica, ou física-matemática -- que será o tipo de conhecimento a ser tratado mais amiúde na dissertação --, e no terceiro grau, o da *Metafísica*<sup>5</sup>, processa-se o conhecimento dos entes em si mesmos considerados, destituídos de seus atributos sensíveis e mensuráveis. No caso, temos na física teórica um tipo de conhecimento que os escolásticos denominam *ciência média*, por ter seu objeto material o real sensível, e por ter seu objeto formal a matemática. Assim, a filosofia da natureza supõe esta distinção, dado que seu objeto de conhecimento ainda é o real sensível, considerado em seus aspectos ontológicos, cabendo à física-matemática suprir a condição epistêmica necessária para o conhecimento empírico do mundo sensível.

2) Sustentamos a formulação de uma *ontologia da matéria*, segundo Aristóteles e Tomás de Aquino, com enfoque e terminologia ajustados em função tanto de investigações teóricas como de evidências experimentais trazidas pela física moderna, como a natureza do espaço-tempo e a não-localidade em mecânica quântica. Definida essa ontologia, a mesma subsidiará nossa proposta de representação algébrica dos aspectos ontológicos do real sensível.

A ontologia da matéria, cuja aplicação metafísica ao real sensível consistirá, neste trabalho, em sustentar um tratamento epistêmico da teoria hilemórfica -- trata-se de uma apropriação matemática dos aspectos metafísicos da realidade natural, que é fundamentalmente composição de forma e matéria, como teremos ocasião de expor no corpo deste trabalho --, o que nos possibilita propor um tipo de conhecimento do real físico, intermediário entre o terceiro grau de abstração, a *Metafísica*, e o segundo grau de abstração, a *Matemática*. Esta hipótese de trabalho é fundamental, pois ela como que fixa o desenvolvimento

---

<sup>4</sup> Correspondente ao primeiro grau da *abstractio* formalis dos escolásticos. Cf. MARITAIN, 1995, p. 37-50.

<sup>5</sup> Id.

deste novo saber intermediário, definindo sua fronteira e sua interação com a ciência experimental. Trata-se de um tipo de conhecimento ao qual os escolásticos possivelmente denominariam igualmente de *ciência média*, por ter por objeto material o real ontológico, e por objeto formal a matemática.

3) Sustentamos que este novo tipo de investigação, complementar à ciência experimental, possui conseqüências epistêmicas interessantes, especialmente com respeito à natureza do espaço-tempo e do movimento; na compreensão do fenômeno da não-localidade em mecânica quântica; e, por fim, pela convergência da abordagem proposta com o conceito de holomovimento, formulado por David Bohm. Assim, a tese está dividida em quatro capítulos.

No primeiro capítulo, intitulado “Ciência e filosofia da natureza”, exporemos a proposta de Maritain sobre o estatuto epistemológico das ciências experimentais, e caracterizaremos detalhadamente o tipo epistemológico das mesmas, especialmente da física-matemática, baseados numa exposição da teoria tomista dos graus de visualização abstrativa. Procuraremos mostrar que o que Maritain denomina *alcance empiriológico* das ciências experimentais constitui-se na condição (epistemológica) necessária para prover mecanismos explicativos (causais) do mundo sensível, os quais visam essencialmente aos aspectos quantitativos da realidade natural, porém nos fornecem um conhecimento indireto de sua estrutura ontológica. Todavia, o alcance científico não é suficiente, pois não dá conta das exigências de inteligibilidade do real sensível, as quais somente podem ser atendidas por uma abordagem metafísica, que é a condição ontológica complementar à compreensão integral da realidade natural. Esta condição complementar pode ser atendida -- não no todo, mas em parte\* -- por uma análise algébrica do estatuto ontológico da matéria, visto que a materialidade é a condição própria dos entes naturais.

No segundo capítulo, intitulado “Matéria”, exporemos dois aspectos complementares acerca do conhecimento da matéria, em duas seções: na primeira, trataremos de sua epistemologia, apresentando, ainda que não de forma extensiva, um quadro geral da abordagem científica à matéria, e apontando limitações dessa perspectiva; na segunda seção, apresentaremos a posição que entendemos ser a

---

\* Para uma abordagem integral, seria necessário investigar demais aspectos associados os *modos de ser* dos entes naturais como, por exemplo, substancialidade, causalidade, finalidade, etc.

mais adequada com a proposta de Tomás de Aquino, acerca do estatuto ontológico da matéria, caracterizando sua natureza dinâmica, e propondo uma atualização de enfoque que o torne consistente com a abordagem e terminologia contemporâneas, bem como compatível com os resultados provenientes do importe epistemológico trazido especialmente pela mecânica quântica.

Gostaríamos de enfatizar, no entanto, que não se trata de uma revisão da doutrina de Tomás, mas tão-somente de uma atualização que propicie a consistência e a compatibilidade mencionadas. Fundamentalmente, a matéria será enfocada como *ser em potência*, mas não absolutamente, posto que a matéria possui natureza, porquanto tem ser, e mediante as operações próprias a essa natureza se extraem as formas que informam os entes naturais. Assim, procura-se mostrar, através de vários textos do Aquinate, que este sustentava que a matéria possui uma essência, pela qual recebe o ser, e, portanto, tem natureza operativa, tendo sido informada por diversas formas elementares que a dispuseram para as formas naturais. Por isso mesmo, pelo fato de a matéria ter ser, pois é ente, deve ser possível apresentar um modelo matemático que descreva as estruturas e operações daquelas formas elementares, tendo em vista suas capacidades de gerar as formas naturais elementares da corporeidade, que são formas materiais, e, por conseguinte, passíveis de representação quantitativa através de algum tipo de formulação álgebra.

No terceiro capítulo, intitulado “Representação algébrica da metafísica natural”, será apresentada, num primeiro momento, a teoria hilemórfica, proposta por Aristóteles e Tomás de Aquino, fundamento ontológico da composição dos entes naturais, ou seja, da composição de todos os estados da matéria, incluindo partículas e campos, detectáveis direta ou indiretamente no espaço-tempo. Propomos, em seguida, um modelo matemático, baseado numa álgebra finita de Clifford, chamada *álgebra de Weyl*, que funciona como um cálculo ontológico, a saber, provê uma representação algébrica para a teoria hilemórfica, especialmente no que se refere aos aspectos ontológicos da matéria, exposto no capítulo anterior. As formas elementares e suas operações são, portanto, representáveis como elementos da álgebra de Weyl. A álgebra proposta é gerada por dois elementos primitivos,  $q_0^1$  e  $q_1^0$ , que representam atividade e passividade no interior da matéria, pelas quais se dá a mescla das formas elementares e a consequente

preparação das mesmas para as formas naturais, que possuem existência espaço-temporal. Ademais, faremos uma breve exposição sobre o estatuto ontológico da *forma*, que, entendemos, poderá ser objeto de uma investigação futura. Este é um capítulo-chave, pois apresenta uma proposta concreta em filosofia da natureza, que é o intercurso entre filosofia e ciência, mediante uma linguagem comum, a matemática, além de propiciar uma linha consistente de ataque a problemas de fronteira suscitados pela física moderna.

Por fim, no quarto, e último capítulo, intitulado “Conseqüências empiriológicas do modelo proposto”, serão apresentadas três *conseqüências empiriológicas* da proposta contida nos capítulos segundo e terceiro, a saber, sobre a natureza do espaço-tempo e do movimento; sobre a não-localidade na mecânica quântica, que reputamos ser emblemática para a proposta deste trabalho; e, por fim, correlacionaremos nossa proposta com a do físico David Bohm, que propôs uma abordagem não-local às interações microfísicas, na qual estas seriam mediadas por forças físicas não-clássicas que atuariam através de um tipo de interligação difusa entre os entes naturais. Veremos como o modelo proposto no capítulo terceiro pode se conectar ao potencial quântico de Bohm, que dependeria da presença das formas elementares  $\alpha_{00}$  e  $\beta_{00}$  no interior da matéria-primeira. Ademais, os conceitos de *ordem implicada* e de *holomovimento* propostos por Bohm, como veremos, podem ser associados à teoria hilemórfica e à dinâmica presente no interior da matéria primeira, representada no modelo.